Renewables

Leader mondiale nella produzione di Collettori Solari Sottovuoto

Guida alla Progettazione Tecnica

IMPORTANTE
Questo manuale non può essere utilizzato come uno strumento di progettazione. È unicamente una guida. Tutti i sistemi solari devono essere progettati da un ingegnere competente. Né il Gruppo Kingspan né le sue società si assumono la responsabilità di sistemi progettati utilizzando le informazioni qui riportate. Per ricevere assistenza e supporto tecnico per la progettazione del vostro sistema solare, contattare i nostri uffici:

TEL: + 39 0341 581178
FAX: + 39 0341 207754
info@kingspan-renewables.it

Tutte le descrizioni, le specifiche del prodotto e le procedure del presente manuale sono quelle in vigore al momento della stampa. Tuttavia, essendo Kingspan Renewables continuamente impegnata in test e miglioramenti del prodotto, le specifiche e le procedure sono soggette a cambiamenti.
Ci riserviamo il diritto di modificare le specifiche e le procedure senza darne previa comunicazione.

Perché scegliere Kingspan Solar

Con oltre 25 anni di esperienza, il marchio Thermomax si è affermato come leader mondiale nella produzione di Collettori Solari Sottovuoto. Kingspan Solar offre pacchetti completi di alta qualità, come solo un marchio leader nel settore può assicurare. Ogni pacchetto viene studiato su misura per ogni esigenza e specifica applicazione. I nostri pannelli e i serbatoi di accumulo per l'acqua calda sono progettati specificatamente per soddisfare ogni richiesta. Per potenziare l'efficienza del Sistema Solare sono inoltre disponibili numerosi accessori.

Per consultare la lista dei nostri prodotti per il solare, ed i relativi pacchetti, si vedano le pagg. 70 e 71.

In questo manuale troverete vari suggerimenti ed indicazioni per il vostro Sistema Solare. Vi consigliamo di attenervi scrupolosamente a quanto scritto qui anche se ogni decisione finale deve essere presa dal vostro installatore

Normative & Standard

Un sistema solare per la produzione di acqua calda sanitaria deve essere installato conformemente alle vigenti regolazioni edilizie, secondo gli standard locali e le leggi in materia di salute e sicurezza. Tali norme sono obbligatorie e hanno la priorità su tutte le raccomandazioni contenute in questo manuale.

Per le procedure operative e d'installazione, fare riferimento ai manuali di Funzionamento ed Installazione forniti con il prodotto.

International Forum Design Award per l'Eccellenza di Progettazione del Prodotto

I prodotti Thermomax sono stati i primi a ricevere il riconoscimento di qualità europeo per i collettori solari – Solar Keymark.

Contenuti

Cos'è l'energia solare

Energia solare – la più grande fonte d'energia per l'Italia e il mondo intero

Tutti i cicli e i fenomeni naturali sulla terra, come la pioggia, il vento, la fotosintesi, le correnti marine e altri processi fondamentali, dipendono dalle radiazioni solari. Fin dall'inizio della vita, il fabbisogno globale di energia si è basato sull'energia solare e tutti i combustibili fossili (petrolio, gas, carbone) ne sono il risultato.

L'energia proveniente dal sole che colpisce la superficie terrestre in un periodo di 15 minuti equivale a più del fabbisogno d'energia della terra per più di un anno.
La quantità di radiazioni globali annuae su una superficie orizzontale può superare i 2,200 kWh/m^2 nelle regioni soleggiate, mentre nell'Europa del nord i valori massimi raggiungono i 1,100 kWh/m^2 e sono pari a 1198 kWh/m^2 a Bolzano e pari a 1806 kWh/m^2 a Ragusa.

La radiazione solare non è costante per tutto l'anno, aumenta di circa 7 volte al Nord e circa 3,5 volte al Sud passando dall'inverno all'estate (Fig. 1).

La radiazione globale comprende le radiazioni dirette e quelle diffuse. Mentre la luce del sole penetra nell'atmosfera, alcuni raggi vengono assorbiti, riflessi e dispersi dalle molecole d'aria, dalle nuvole e dalle particelle di polvere, e questa è detta radiazione diffusa. La porzione di radiazioni che colpisce la superficie terrestre senza cambiare direzione è detta radiazione diretta. Fig. 2.

La radiazione diffusa costituisce tra il 30% (maggio) e il 60% (dicembre) dell'energia solare totale disponibile nell'arco di un anno.

Mese	Radiazione globale (kWh/m2/giorno)	Temperatura C° media 24h esterna
Gennaio	1,277	3,4
Febbraio	2,092	5,1
Marzo	3,548	8,6
Aprile	4,407	11,6
Maggio	5,098	16,6
Giugno	6,061	20,5
Luglio	6,371	22,4
Agosto	5,555	22
Settembre	4,170	18
Ottobre	2,627	13,9
Novembre	1,513	7,9
Dicembre	0,919	4,3
Anno	1330,425	12,8

Fig.1 Irradiazione totale giornaliera a Torino, Italia.

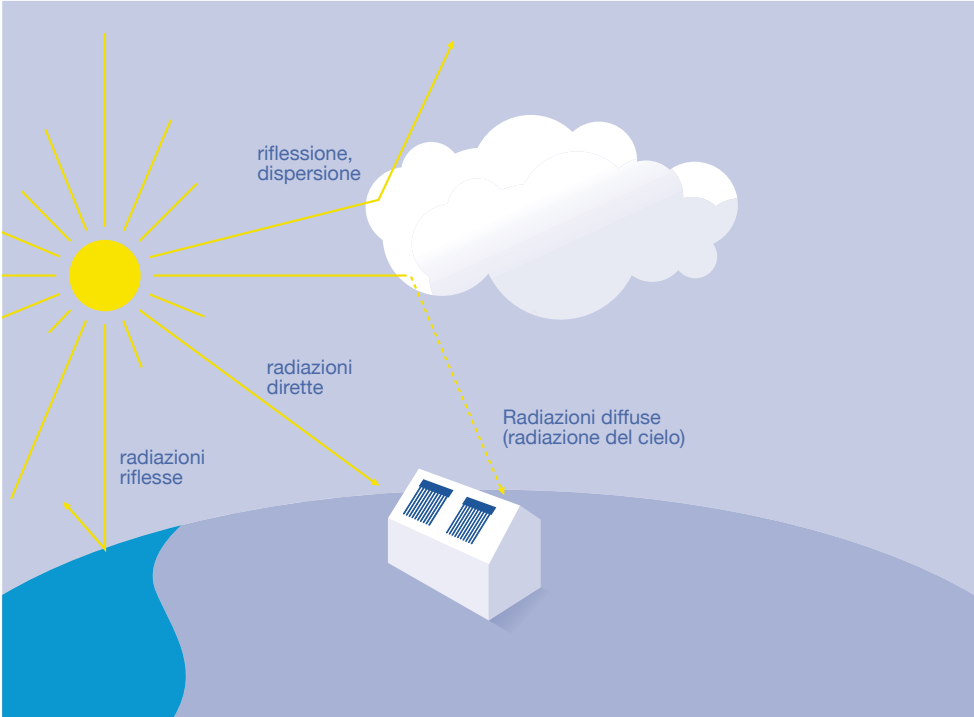



Fig.2 Diagramma che indica l'irradiazione globale e i suoi componenti

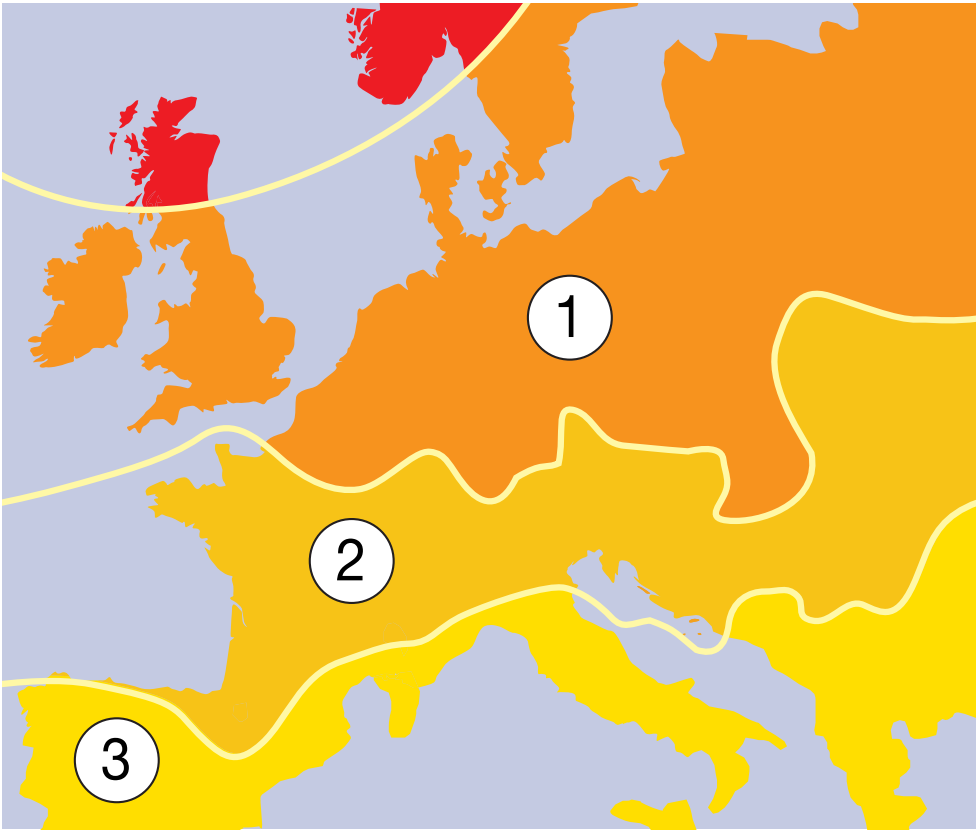



Fig.3 Diagramma che illustra le radiazioni solari medie in un giorno che agiscono su 1m^2 in Europa. Superficie inclinata di 30°, misurata in kWh

ZONA	Radiazione solare media sulla superficie del collettore (kWh/m2 al giorno)
1	Da 2.4 a 3.4
2	Da 3.4 a 4.4
3	Da 4.4 a 5.4

Influenze sulle prestazioni del sistema solare

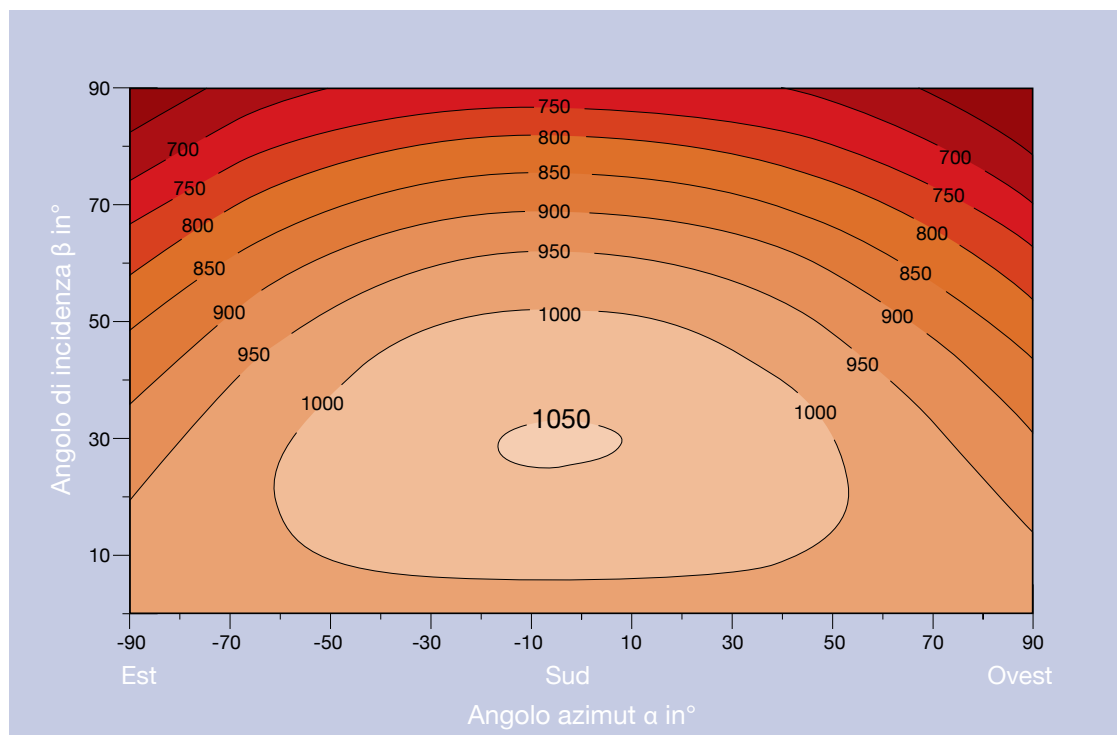



Fig.4 Diagramma che mostra le variazioni di energia solare disponibile a causa di variazioni dell'orientamento del collettore

Azimut (α):

L'angolo dell'azimut corrisponde alla distanza angolare tra il sud e il punto dell'orizzonte direttamente sotto al sole. L'angolo dell'azimut riferito al sud nelle applicazioni solari è definito come $\beta = 0°$, ovest = 90°, est = -90°.

Tenere presente che un sistema solare dovrebbe essere sempre rivolto verso l'equatore

Influenze sul rendimento del sistema solare

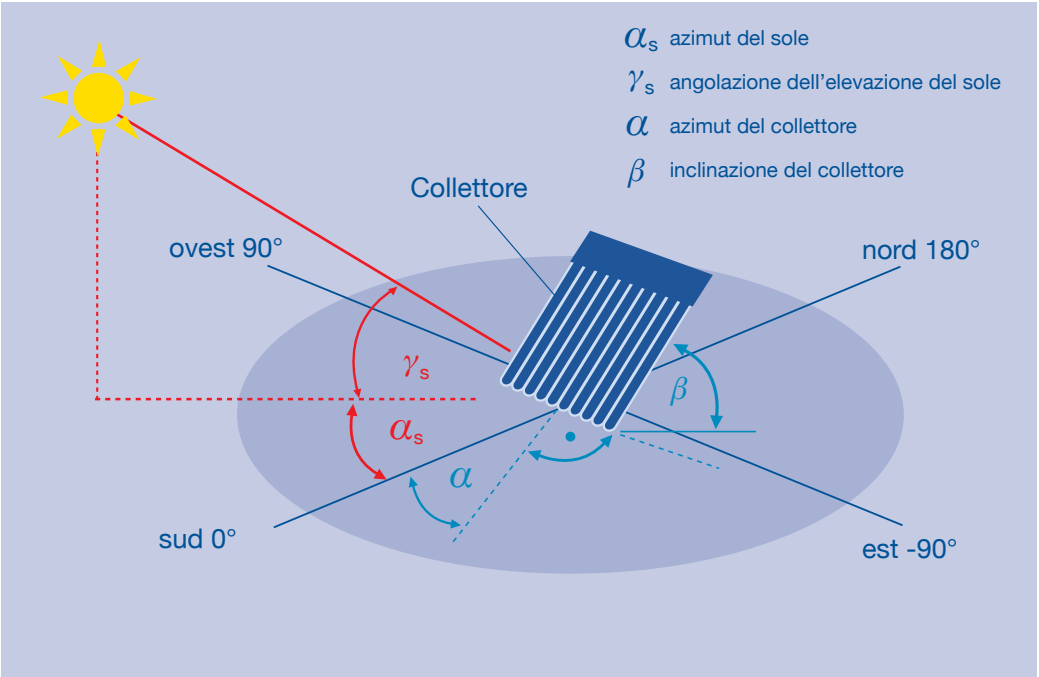



Fig.5 Descrizioni degli angoli nella tecnologia solare

Il piano del collettore A sarà orientato il più possibile verso sud. I collettori sono in grado di produrre energia in installazioni con angoli azimut "α" fino a 45° sudest o sudovest Deviazioni di ±25° dal Sud comportano una minor radiazione del 1,5%, deviazioni di ±45° del Sud comportano una minor radiazione del 5÷6%. I sistemi che deviano più di 45° richiederanno un'area aggiuntiva del collettore per compensare.

Altezza del sole	γ_s	Orizzonte = 0°	Zenit = 90°	
Azimut	α	Sud = 0°	Est = -90°	Ovest = 90°
Inclinazione	β	Orrizzonte = 0°	Zenit = 90°	
Azimut solare	α_s	Sud = 0°	Est = -90°	Ovest = 90°

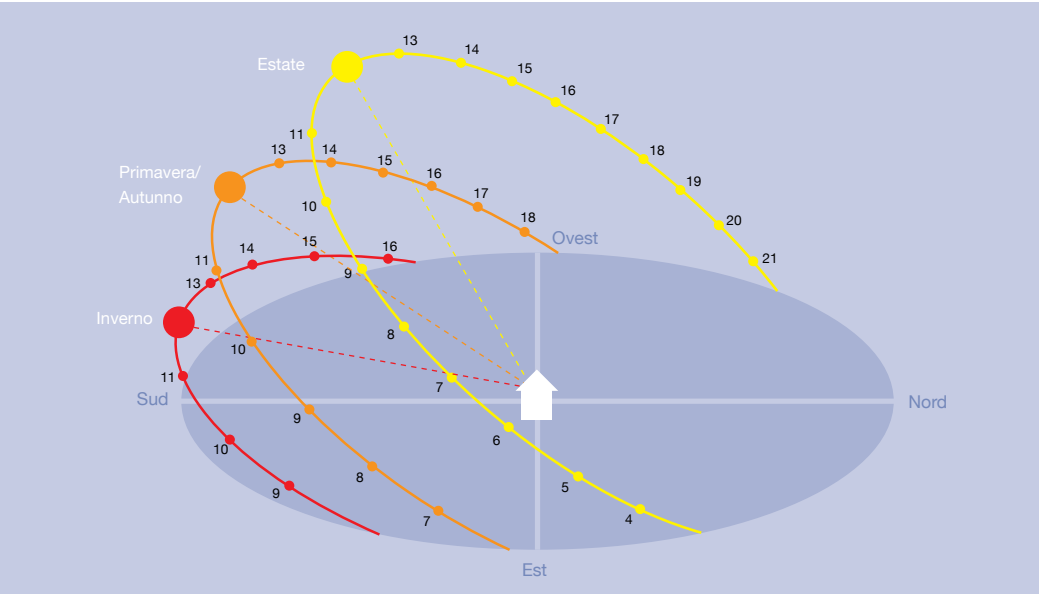



Fig.6 Diagramma che indica la traiettoria stagionale del sole.

Influenze sul rendimento del sistema solare

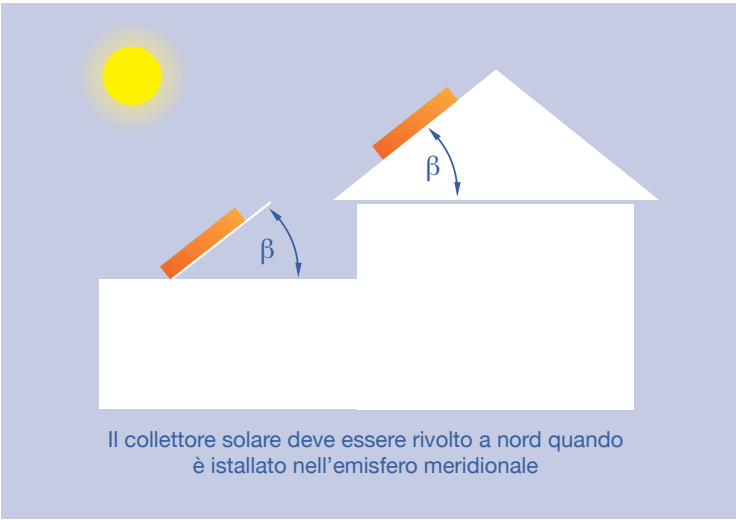



Fig.7 Diagramma che mostra l'angolo d'inclinazione (β)

Angolo d'inclinazione (β):

Poiché l'angolo d'inclinazione del sole varia durante l'anno (il punto più alto lo tocca durante l'estate), la radiazione massima prodotta dal collettore può essere raggiunta solo se la superficie del collettore ha una certa angolazione rispetto all'orizzonte.

Città	Latitudine (gradi)	Angolo d'incidenza (gradi)
Bolzano	46,16	34
Torino	45,07	34
Milano	45,47	36
Venezia	45,44	35
Genova	44,41	35
Bologna	44,47	33
Firenze	43,78	33
Roma	46,94	34
Napoli	40,84	33
Cagliari	39,21	33
Bari	41,13	34
Palermo	38,12	32
Ragusa	36,93	33

Fig.8 Angolo d'inclinazione rispetto al luogo

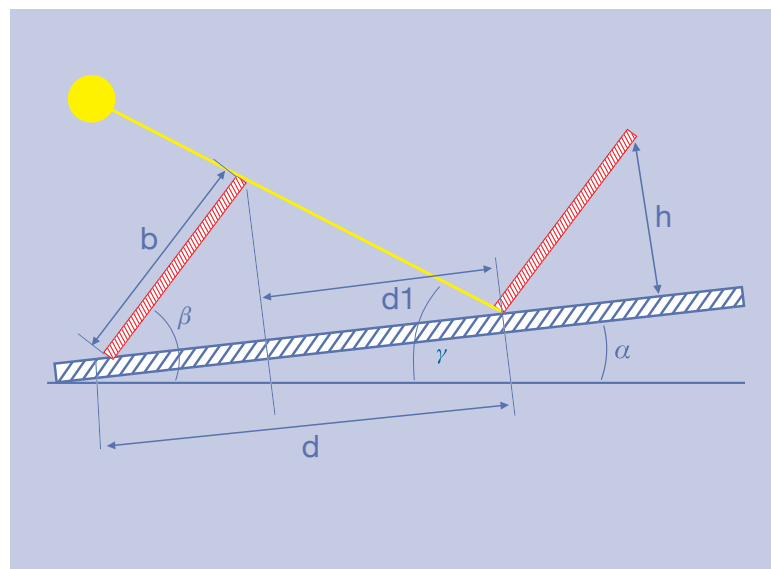
In Italia i pannelli solari dovrebbero essere montati tra 32° e 34° per avere un angolo di incidenza ottimale per la produzione di acqua calda sanitaria. Inclinazioni inferiori all'ottimale favoriscono l'irraggiamento nei mesi estivi. Per il riscaldamento ambiente, l'angolo ottimale è compreso tra il valore della latitudine e 15° in più.

NB: il collettore solare deve essere rivolto a nord quando è installato nell'emisfero meridionale.

Influenze sul rendimento del sistema solare

Ombreggiamento

L'ombreggiamento riduce il rendimento complessivo di un sistema solare. Durante la fase di programmazione del sistema solare si dovrà tenere conto del posizionamento del collettore alfine di minimizzare gli effetti dell'ombreggiamento proiettata o palazzi alti, alberi, ecc.

Inoltre, quando si trattano sistemi più grandi con più di una fila di collettori, si dovrebbe prevedere uno spazio sufficiente tra le file dei collettori.

Riferimento	Valore	Unità
b	2.00	m
h	1.12	m
Beta	34	°
Gamma	21,50	°
Gamma a	21.12.12:00	-

Risultati

Riferimento	Valore	Unità
d	4,49	m
d1	2,83	m

Fig.9 Diagramma che illustra la spaziatura minima tra i collettori, dati utilizzati = Torino, collettore a 34°

α = Altezza del tetto
β = Inclinazione del collettore + altezza del tetto
γ = Angolazione del sole sopra l'orizzonte
b = Altezza del collettore solare:
Collettore Thermomax modello DF100 = 1.996m
Collettori Thermomax modelli HP100, HP200 = 2.005m
$d_1 = b \times \sin(\beta - \alpha) / \tan(\gamma - \alpha)$
$d = (b \times \cos(\beta - \alpha)) + d_1$
$h = \sqrt{b^2 - d^2}$

Influenze sul rendimento del sistema solare

Stagnazione

La stagnazione avviene quando il circuito solare non trasferisce l'energia dal collettore durante le ore in cui c'è radiazione solare. La stagnazione provoca il riscaldamento dell'assorbitore, che arriva a temperature molto alte.

Il sistema andrebbe progettato in modo tale da eliminare il verificarsi della stagnazione o quanto meno in modo da ridurre il più possibile tale fenomeno.

Solitamente, abbiamo stagnazione se il collettore solare è stato sovradimensionato o quando per lunghi periodi non viene richiesta acqua calda.

Si noti che i sistemi esposti a lunghi periodi di stagnazione verranno irreparabilmente danneggiati. Più avanti esporremo i modi di proteggere il sistema solare dalla stagnazione, e includono:

- Dispositivi di controllo con holiday function
- Il corretto dimensionamento di un sistema solare
- L'utilizzo di un dissipatore di calore o un radiatore nel sistema.

Tipi di collettore

Kingspan Solar offre due tipi di collettore solare: piano e a tubi sottovuoto.

1) Thermomax FN & FS – Collettori piani

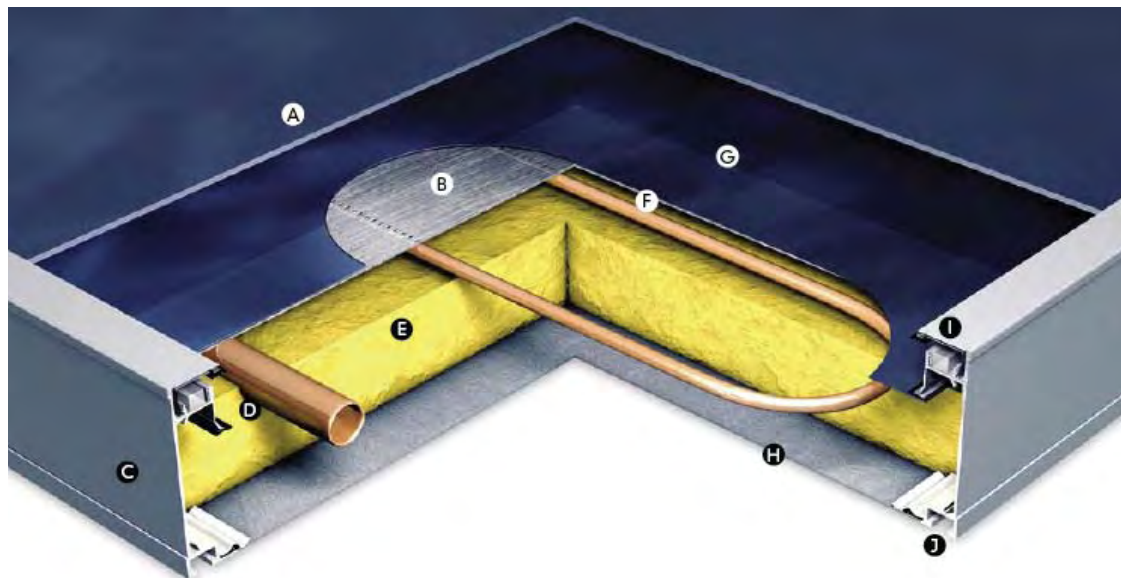



Fig.10 Sezione trasversale del pannello piano

A) Vetro solare
B) Assorbitore in alluminio
C) Telaio in alluminio verniciato a polvere
D) Tubo di raccolta
E) Isolante in lana minerale
F) Tubo del meandro
G) Superficie altamente selettiva
H) Parte inferiore del piatto, in alluminio
I) Fissaggio di sicurezza del vetro
J) Scanalatura girevole per l'assemblaggio

I collettori solari piatti di 2m² ad alte prestazioni **Thermomax FN** e **FS** sono l'ultimo acquisto della gamma Kingspan Solar. La rigorosa prevenzione dei ponti termici consente di raggiungere dei livelli di efficienza altissimi. Il montaggio sicuro del vetro con due livelli di tenuta separati e realizzati in materiale resistente ai raggi UV garantiscono l'affidabilità e la durata del prodotto. I telai sono prodotti da un unico pezzo di alluminio ad alta resistenza e anticorrosivo. Sono disponibili in antracite.

Thermomax FN è progettato specificatamente per il clima nordeuropeo ed è l'ideale per un uso domestico e commerciale. La nuova sede del collettore contiene un assorbitore in rame saldato a laser con 4 connettori. Grazie all'area di apertura ottimizzata, Thermomax FN offre un'alta efficienza unita a una linea elegante e a un'installazione semplice e flessibile. Il design innovativo di ventilazione e scarico consente al collettore di asciugarsi rapidamente in modo da non patire l'umidità.

Thermomax FS è progettato specificatamente per il clima dell'Europa meridionale ed è ideale per un uso domestico. La nuova sede del collettore contiene assorbitori in alluminio o in rame saldati a laser con 2 connettori. Thermomax FS ha un profilo di 75mm rispetto ai collettori tradizionali che possono avere anche spessori pari a 95mm.

Tipi di collettore

2) Collettori a tubo sottovuoto Thermomax DF & HP

I collettori a tubo sottovuoto hanno rendimenti nettamente superiori rispetto ai collettori con o senza superficie vetrata. I collettori a tubo sottovuoto Thermomax sono i migliori, per qualità, presenti sul mercato, inoltre, grazie alle scarse perdite dal collettore, sono i più efficienti nel generare acqua calda anche in condizioni climatiche di freddo, vento e pioggia.

Creando un sottovuoto di 10^{-6} bar nel tubo, le perdite termiche provocate dalla conduzione e dalla convezione sono eliminate, in questo modo il collettore è estremamente efficiente utilizzando scarse quantità di radiazioni (radiazioni diffuse).

Il tubo è ottenuto da un vetro dalle proprietà uniche che permette una buona conduzione, basse perdite di riflessione e una buona durata.

L’alto assorbimento dell’energia solare è raggiunto utilizzando un assorbitore. Le parti principali dell’assemblaggio dell’assorbitore sono la piastra assorbente e il tubo di trasferimento del calore.

La piastra assorbente è rivestita con un efficiente rivestimento selettivo che assicura il massimo assorbimento delle radiazioni e perdite minime di radiazioni termiche.

Thermomax offre 3 modelli di collettori a tubo sottovuoto:
DF100
HP100
HP200

Tipi di collettore

(1) Il collettore DF100

Questo collettore è di tipo a circolazione diretta. Il mezzo di calore da riscaldare passa attraverso il tubo del collettore dentro uno scambiatore di calore coassiale.

Questo prodotto può essere installato su una superficie orizzontale o inclinata e il tubo può essere ruotato di 25° per compensare le deviazioni da sud. Poiché questo collettore è un'unità a circolazione forzata, non c'è un angolo d'inclinazione minimo per il collettore.

I collettori DF100 sono disponibili in 3 dimensioni:
10 tubi = area di apertura 1.08m²
20 tubi = area di apertura 2.16m²
30 tubi = area di apertura 3.23m²

Si possono unire in serie fino a un massimo di 5 x 30 collettori a tubo sottovuoto con un tasso di circolazione di 15 l/m.

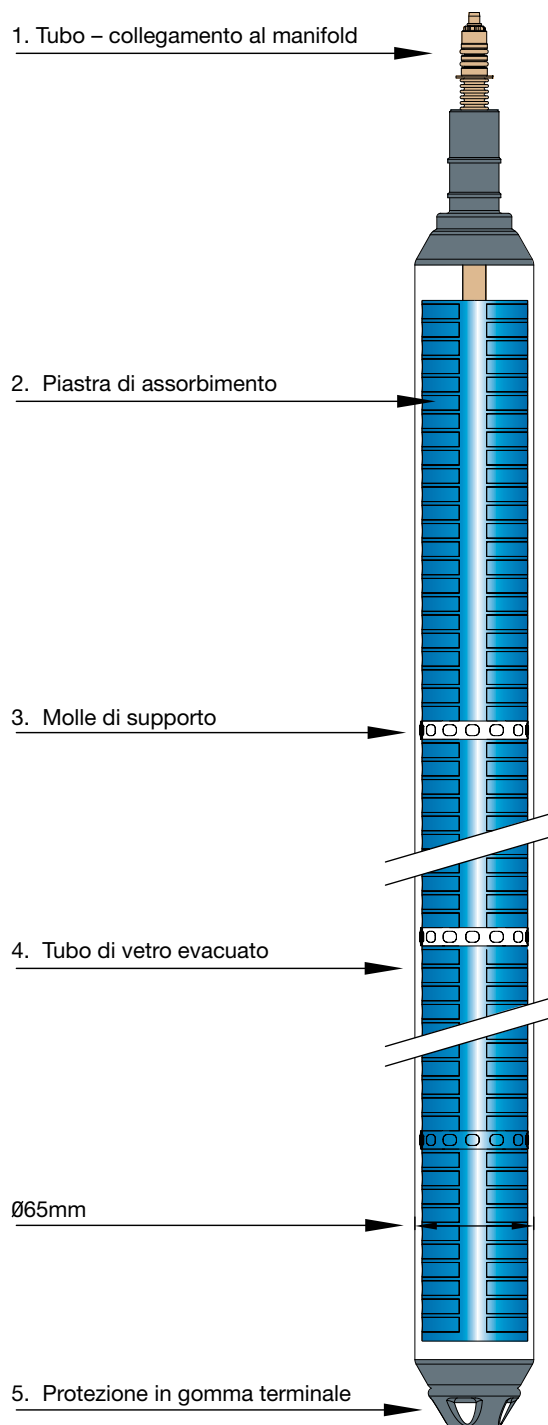



Fig.11 Elementi del collettore DF100

Tipi di collettore

(2) Il collettore HP100

Questo collettore è un prodotto a tecnologia “heat-pipe” a umido. In questo collettore, il tubo di calore è fissato alla parte posteriore della piastra assorbente. Il fluido di evaporazione viene contenuto nel tubo di calore. L’energia assorbita dall’assorbitore provoca il passaggio del fluido dallo stato liquido a quello gassoso, evaporando nel bulbo condensatore. Il condensatore è collegato direttamente al collettore HP 100, dove il fluido solare scorre direttamente nel manifold.

Il condensatore rilascia il calore latente di evaporazione nel fluido solare e poi condensa, la condensa scende per il tubo di calore ed il ciclo si ripete.

I collettori HP 100 sono disponibili in 2 dimensioni:
20 tubi = area di apertura 2.16m^2
30 tubi = area di apertura 3.24m^2

Si possono unire in serie fino a un massimo di 6 x 30 collettori a tubo sottovuoto con una portata di 18 l/m.

La gamma di collettori Kingspan HP contiene un originale dispositivo di sicurezza con autolimitazione delle alte temperature collocato nel bulbo condensatore, con due temperature nominali, 95°C o 130°C. Quando l’autolimitazione è attivata, evita che la condensa entri nel tubo di calore dal condensatore, evitando così un’indesiderata conduzione di energia attraverso il sistema dai collettori.

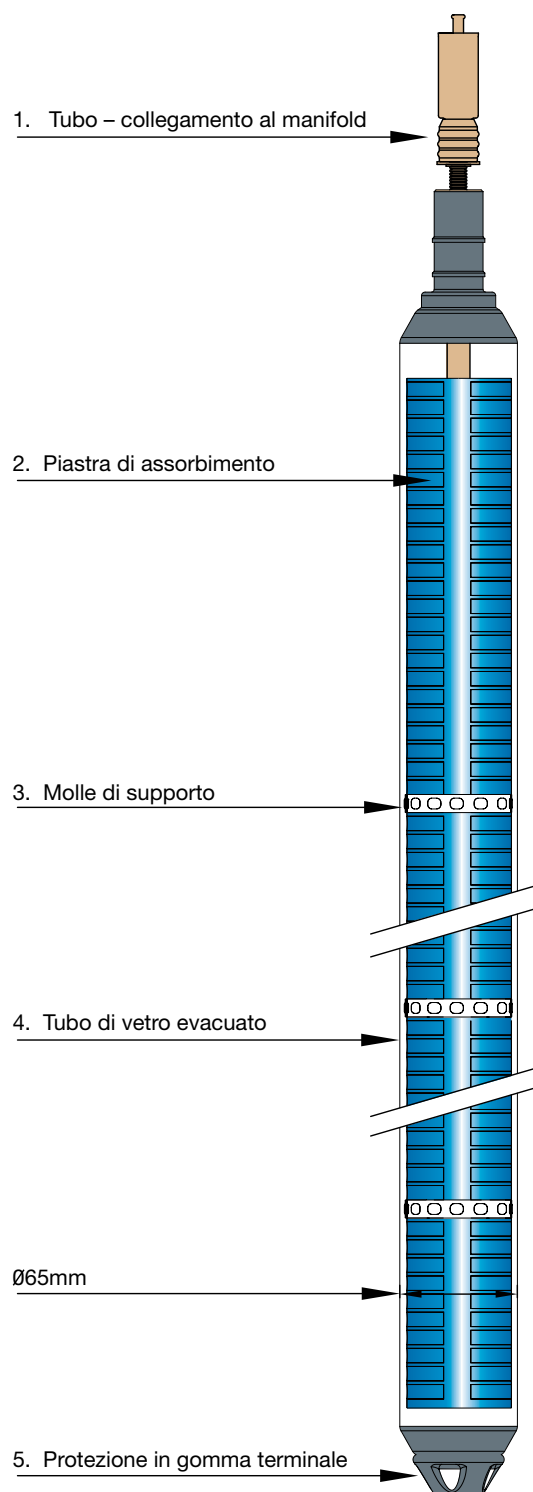



Fig.12 Elementi del collettore HP100

Tipi di collettore

(3) Il collettore HP200

Questo collettore è un prodotto a tecnologia “heat-pipe” a secco. In questo collettore, il tubo di calore è fissato alla parte posteriore della piastra assorbitore. Il fluido di evaporazione viene contenuto nel tubo di calore.

L’energia assorbita dall’assorbitore provoca il passaggio del fluido dallo stato liquido a quello gassoso, evaporando nel bulbo condensatore.

Il condensatore è collegato direttamente al distributore attraverso un’intercapedine a secco. All’interno del collettore, il fluido solare scorre direttamente attorno all’intercapedine che ospita il condensatore.

Il condensatore rilascia il calore latente di evaporazione nel fluido solare e poi condensa, la condensa scende per il tubo di calore e il ciclo si ripete.

Grazie al collegamento a secco, i tubi HP 200 possono essere sostituiti senza bisogno di drenare il fluido solare.

I collettori HP 200 sono disponibili in 3 dimensioni:
10 tubi = area di apertura 1.08m^2
20 tubi = area di apertura 2.16m^2
30 tubi = area di apertura 3.24m^2

Si possono unire in serie fino a un massimo di 4 x 30 collettori a tubo sottovuoto con un tasso di circolazione di 12 l/m.

La gamma di collettori Kingspan HP contiene un originale dispositivo di sicurezza con autolimitazione delle alte temperature collocato nel bulbo condensatore, con due temperature nominali, 95°C o 130°C. Quando l’autolimitazione è attivata, evita che la condensa entri nel tubo di calore dal condensatore, evitando così un’indesiderata conduzione di energia attraverso il sistema dai collettori.

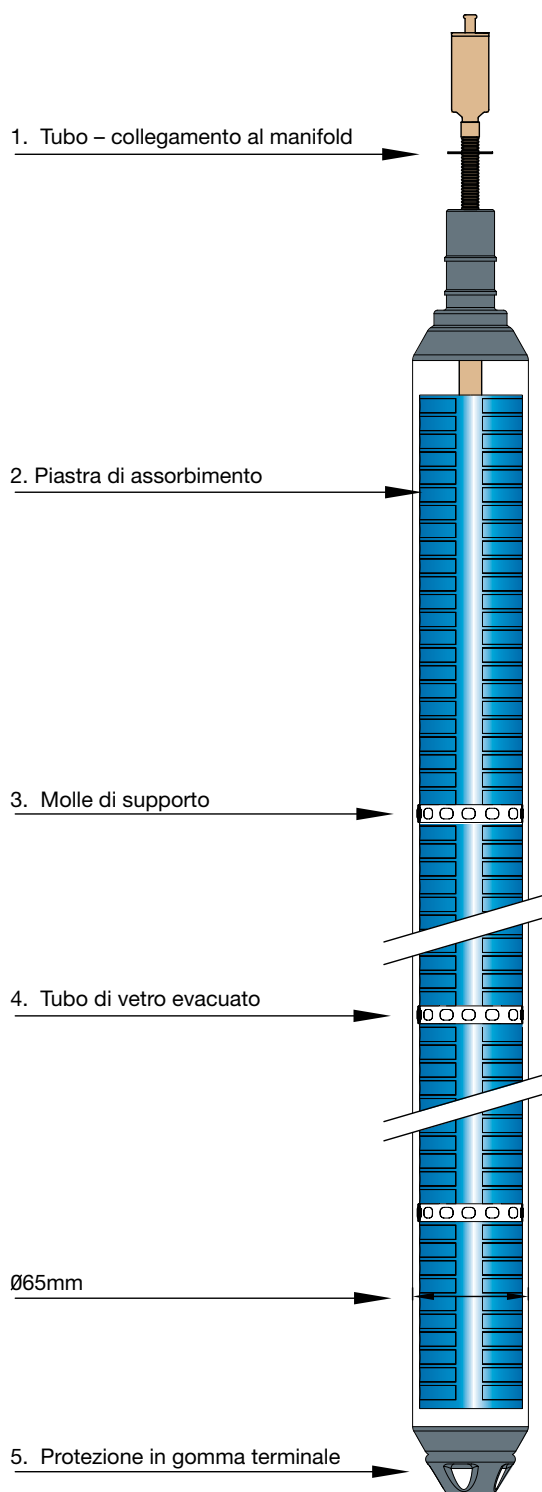



Fig.13 Elementi del collettore HP200

Tipi di collettore

Kingspan Solar: Gamma di collettori solari Thermomax

THERMOMAX FN Pannello piano

Tipo di collettore	Pannello piano
Modello	FN 2.0
Superficie lorda (m2)	2,15
Area di apertura (m2)	2
Ingombro	L-1150mm A-1870mm P-75mm
Peso (kg) (secco)	35

THERMOMAX FS Pannello piano

Tipo di collettore	Pannello piano
Modello	FS 2.0
Superficie lorda (m2)	2,15
Area di apertura (m2)	2
Ingombro	L-1150mm A-1870mm P-75mm
Peso (kg) (a secco)	34

THERMOMAX Collettori a tubo sottovuoto

Prodotto	Tipo di collettore	Modello	Superficie lorda (m²)	Area di apertura (m²)	Ingombro			Peso (kg) (a secco)
					W(mm)	H(mm)	D(mm)	
Thermomax DF100	Sottovuoto a circolazione diretta	Tubo 10 Tubo 20 Tubo 30	1.44 2.83 4.245	1.02 2.153 3.228	709 1418 2127	1996 1996 1996	97 97 97	25 55 81
Thermomax HP100	Tubo di calore "a umido"	Tubo 10 Tubo 20	2.843 4.28	2.157 3.237	1418 2127	2005 2005	97 97	50 76
Thermomax HP200	Tubo di calore "a secco"	Tubo 10 Tubo 20 Tubo 30	1.4 2.843 4.265	1.079 2.157 3.229	709 1418 2127	2005 2005 2005	97 97 97	25 50 75

Fig.14 Tipi di collettore

Rendimento del collettore

Tutti i collettori solari hanno come fonte comune di energia il sole. Le prestazioni dipendono pertanto dalla conversione delle radiazioni solari in energia termica utile per trasferirle nel sistema di acqua calda.

La capacità di convertire l'energia solare in energia termica è espressa dall'efficienza ottica del sistema η^0.

È pratica accettata nell'industria del solare in Europa menzionare i rendimenti basati sull'area di apertura del collettore e il database SEI (Harp) utilizza i coefficienti di rendimento basate sull'area di apertura

	Area di apertura				Area di Assorbimento			
Modello	Area (m^2)	η_0	a1 (W/m^2K)	a2 (W/m^2K^2)	Area (m^2)	η_0	a1 (W/m^2K)	a2 (W/m^2K^2)
DF100-2m^2	2.153	0.773	1.43	0.0059	2.004	0.830	1.53	0.0063
DF100-3m^2	3.228	0.779	1.07	0.0135	3.020	0.832	1.14	0.0144
HP100-2m^2	2.158	0.758	1.02	0.0099	2.006	0.815	1.10	0.0106
HP100-3m^2	3.237	0.739	1.00	0.0074	3.009	0.795	1.07	0.0080
HP200-2m^2	2.157	0.738	1.17	0.0082	2.010	0.792	1.25	0.0088
HP200-3m^2	3.229	0.727	0.85	0.0093	3.021	0.778	0.91	0.0100

Fig.15 Risultati ottenuti testando i prodotti conformemente alla normativa EN12975-2:2006

Il rendimento dei collettori è confrontato mediante la seguente formula:

$$\eta(T_m) = \eta_0 - a_1 T_m - a_2 G T_m^2$$

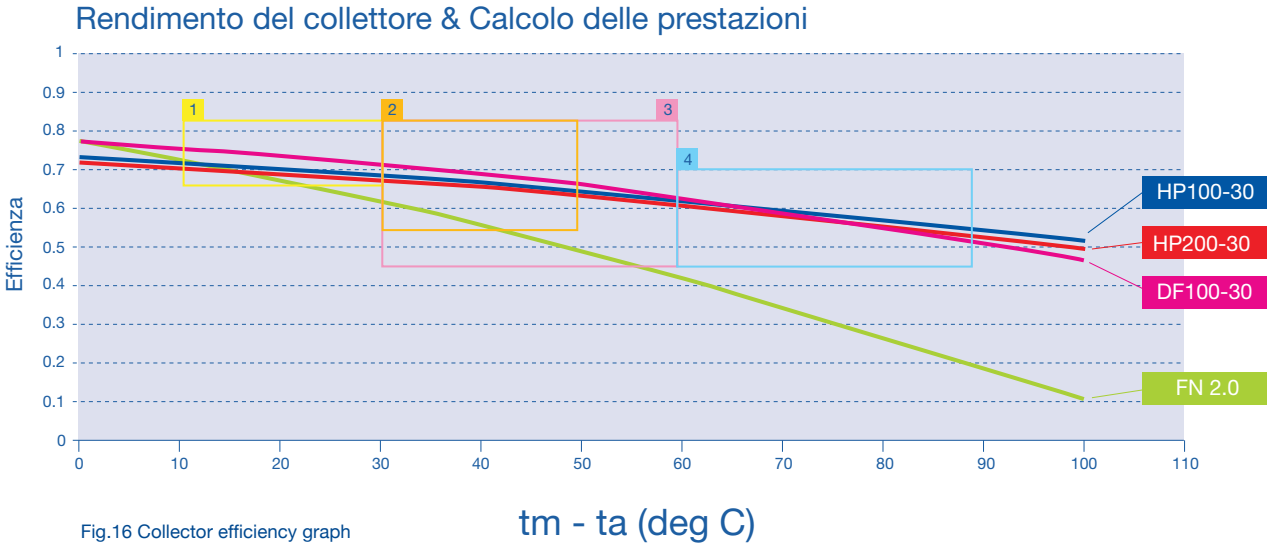
$$T_m = (t_m - t_a)/G$$

Rendimenti del collettore

Confrontare $\eta(T_m) = \eta_0 - a_1 T_m - a_2 G T_m^2$ $T_m = (t_m - t_a)/G$

Collettore	Tipo	η_o	a1	a2	G	I ambiente
			W/(m²K)	W/(m²K)	W/m²	°C
HP200 - 30	Tubi	0.727	0.85	0.0093	800	20
HP100 - 30	Tubi	0.739	1	0.0074	800	20
DF100 - 30	Tubi	0.779	1.07	0.0135	800	20
FN 2.0	Piastra piatta	0.775	3.73	0.0152	800	20

Rendimento del collettore & Calcolo delle prestazioni

Fig.16 Collector efficiency graph

1 = ACS solare per bassa copertura
2 = ACS solare per alta copertura
3 = ACS solare con integrazione riscaldamento
4 = Applicazioni dei processi, integrazione raffrescamento, desalinizzazione, ecc.

Dimensionamento del sistema

Quando si dimensiona un sistema solare per l'acqua calda sanitaria, solitamente lo si dimensiona per raggiungere una frazione solare annuale compresa tra il 55 e il 60%.

Un sistema domestico correttamente dimensionato vedrebbe il seguente contributo solare nell'arco di un anno:

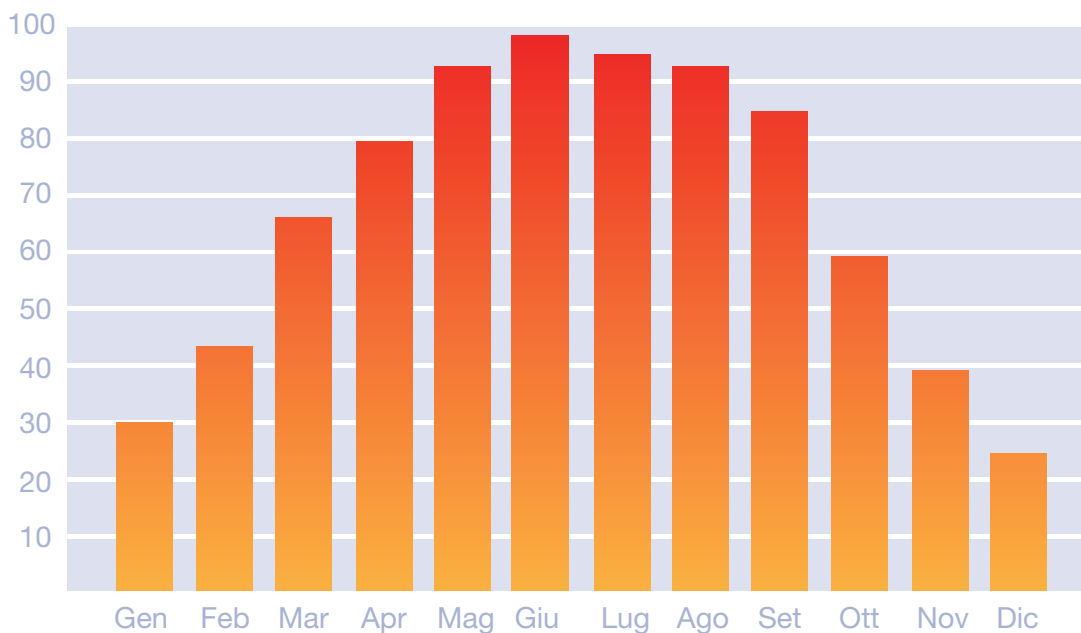



Fig.17 Contributo globale solare in un anno

Va sottolineato che è necessario considerare una riduzione del rischio di stagnazione quando si dimensiona un sistema solare. Il sistema non deve essere sovradimensionato.

Il seguente diagramma sottolinea i passaggi coinvolti quando si dimensiona correttamente un sistema solare:

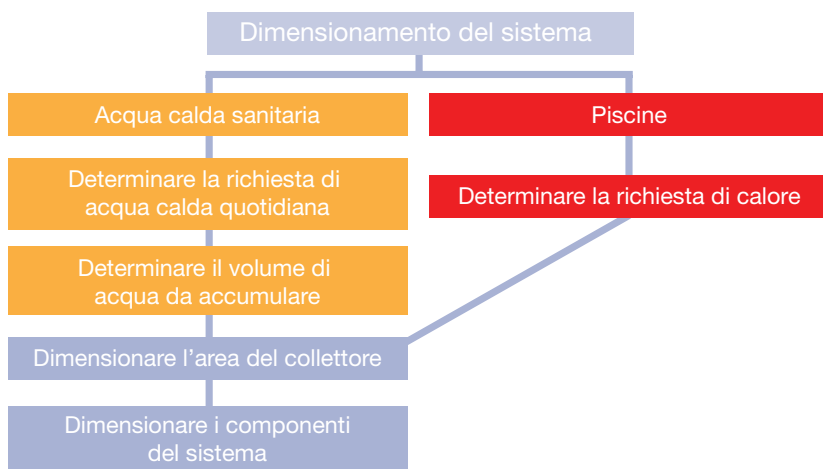



Fig.18 Passaggi nel dimensionamento di un sistema solare

Dimensionamento del sistema

(a) Determinare la richiesta di acqua calda quotidiana
Teoricamente, il valore di richiesta di acqua calda dovrebbe essere fornito attraverso la metratura, tuttavia, laddove non fosse possibile, la richiesta quotidiana andrebbe stimata utilizzando le seguenti tabelle:

Consumo standard	Richiesta di ACS al giorno per persona ad una temperatura di 60°C
Richiesta bassa	10-20 Ltr
Richiesta media	20-40 Ltr
Richiesta alta	40-80 Ltr

Fig.19 Fabbisogno tipico di ACS

Tipo di consumo	Richiesta di ACS al giorno per persona ad una temperatura di 60°C (Ltr)	
	Media	Da - a
Casa di riposo	45	30 - 65
Cucina - colazione	2	2 - 3
Cucina – pranzo, cena	5	4 - 8
Piscina – pubblica/privata	40/20	
Sauna – pubblica/privata	70/35	
Ospedale	80	60 - 120
Impianto sportivo - totale		35 - 50
Impianto sportivo - docce	25	20 - 30
Hotel (** - ***)	50	30 - 80
Hotel (**** - *****)	80	80 - 150
Guest house, inn	30	20 - 50
Casa di villeggiatura	40	30 - 50
Campeggio	20	15 - 35
Ostello della gioventù, ostello	20	15 - 30
Casa dello studente	25	15 - 60

Fig.20 Richiesta tipica di ACS

Esempio: Dimensionamento di un collettore piatto per un nucleo famigliare composto da 4 persone. In base alla fig. 19, la richiesta media = 40 l/persona/giorno
Richiesta quotidiana totale = 40 x 4 = 160 l/giorno

Dimensionamento del sistema

(b) Calcolo della richiesta di acqua calda
La quantità di energia necessaria per scaldare quotidianamente il fabbisogno di acqua calda (Q_{HW}) viene calcolato in base ala seguente formula:

$$Q_{HW} = \text{Volume quotidiano di acqua calda sanitaria (ACS) richiesto} \times Cw \times (\Delta T)$$

Volume di Acqua calda = Dalla fig. 19
Cw = Capacità specifica di riscaldamento acqua (1,16 Wh/kgK)
ΔT = Temperatura differenziale tra la temperatura dell'acqua fredda e la temperatura d'acqua desiderata

Continuando con l'esempio del nucleo famigliare di 4 persone:

$$Q_{HW} = 160 \times 1.16\ Wh/kgK \times (60-10) = 9280Wh = 9.28kWh$$

Quindi il fabbisogno di riscaldamento = 9,28 kWh/giorno

(c) Calcolo del volume di stoccaggio
Per i sistemi solari domestici, il volume di stoccaggio del cilindro è solitamente pari a due volte il fabbisogno di acqua calda.

Per dimensionare correttamente il volume di stoccaggio, si dovrebbe utilizzare la seguente formula:

$$Vcyl = \frac{2.Vn.P.(Th - Tc)}{(Tdhw - Tc)}$$

Vcyl = Volume minimo del cilindro (l)
Vn = Fabbisogno di DHW a persona/giorno (l)
P = Numero di persone
Th = Temperatura dell'acqua calda in uscita (°C)
Tc = Temperatura dell'acqua fredda
Tdhw = Temperatura dell'acqua immagazzinata

Dimensionamento del sistema

Prendendo sempre l’esempio del nucleo famigliare di quattro persone:

$$Vcyl = \frac{2.40.4.(45\text{-}10)}{(60 - 10)} = 224 \text{ litri}$$

La dimensione del cilindro è arrotondata alla dimensione disponibile più vicina, in questo caso = 250l

(d) Dimensionamento dell’area del collettore

Per dimensionare l’area del collettore richiesta si utilizza la seguente formula:

$$A_R = \frac{ED}{SC}$$

Espandendo la formula:

$$A_R = \frac{\text{Numero di giorni x Qhw x Frazione solare}}{\text{Irradiazione solare in un anno x rendimento medio del sistema}}$$

Si evince il valore dell’irradiazione solare in un anno dalla tabella qui di seguito:

Citta’	Latitudine (°)	Latitudine (°)	Radiazione (kWh/m²a) Piano orizzontale	Radiazione (kWh/m²a) ad inclinazione ottimale	Media Temp. Esterna 24h (C°)	Inclinazione Ottimale
Bolzano	46,16	12,19	1198	1363	11,6	34
Torino	45,07	7,71	1330	1520	12,8	34
Milano	45,47	9,18	1266	1467	13,6	36
Venezia	45,44	12,32	1279	1457	14,10	35
Genova	44,41	8,94	1359	1569	15,5	35
Bologna	44,5	11,35	1270	1428	14,4	33
Firenze	43,78	11,25	1353	1532	14,9	33
Roma	41,90	12,5	1475	1685	15,7	34
Napoli	40,84	14,25	1495	1695	16,9	33
Cagliari	39,21	9,11	1619	1844	17,9	33
Bari	41,13	16,87	1586	1820	16,6	34
Palermo	38,12	13,36	1660	1876	18,5	32

Fig.21 Valori d’irradiazione in un anno per l’Italia

In alternativa, per ulteriori informazioni consultare la pagina web PVGIS:
http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps/radmonth.php?lang=en&map=europe

Dimensionamento del sistema

Rendimento del sistema

Il rendimento del sistema dipende fortemente dalla frazione solare del sistema. Se la frazione solare è alta, il rendimento del sistema è inferiore.

Alte frazioni solari producono temperature di ritorno più alte nel collettore solare, ne consegue che il collettore riesce ad assorbire meno irradiazione solare e quindi il suo rendimento è più basso.

In sistemi sottodimensionati con aree ridotte del collettore, la frazione solare è bassa ma il rendimento del sistema è alto. Nei sistemi sovradimensionati con grandi aree dei collettori, la frazione solare è alta ma il rendimento del sistema è basso.

Si può vedere l'effetto contrario delle due variabili nella fig. 22 in basso:

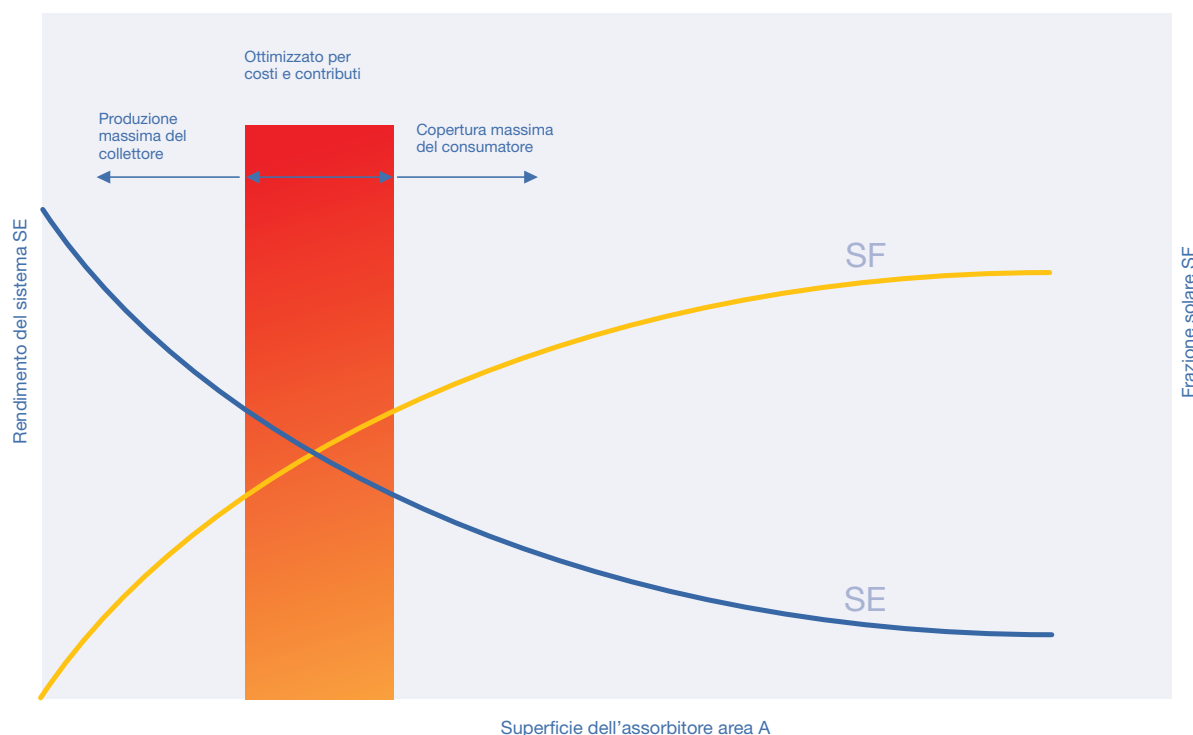



Fig.22 Relazione tra la frazione solare e il rendimento del sistema

Tornando al nostro esempio del nucleo famigliare di 4 persone:

$$A_R = \frac{365 \times 9{,}28 \text{ (da (b) pag. 21)} \times 60}{1330 \text{ (Torino)} \times 55}$$

A_R (area del collettore) = collettore piano con area di 2,77m² (Superficie teorica)

L'area esatta può essere calcolata utilizzando uno dei numerosi software in commercio o contattando i nostri uffici tecnici al nr +39 0341 581178

Dimensionamento del sistema

L'utilizzo dei grafici Fig. 23 e 24 semplifica la determinazione dell'area reale necessaria, per le installazioni domestiche, in funzione della frazione solare e del tipo di collettore scelto.
I grafici hanno volume locale in quanto l'irraggiamento solare in Italia varia del 40% da zona a zona.

Importante

Per i collettori a tubi sottovuoto Thermomax raccomandiamo un immagazzinaggio minimo del cilindro di 100 l a m² dell'area del collettore, in questo caso:

Se il sistema è dimensionato per 3m² di tubo il volume del cilindro non dovrà essere inferiore a 3 x 100 l = 300 l.

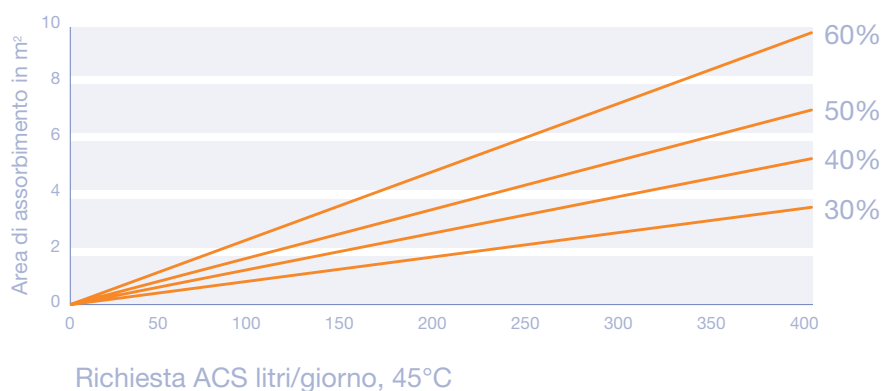



Fig. 23 Collettori piani FN 2.0 Thermomax

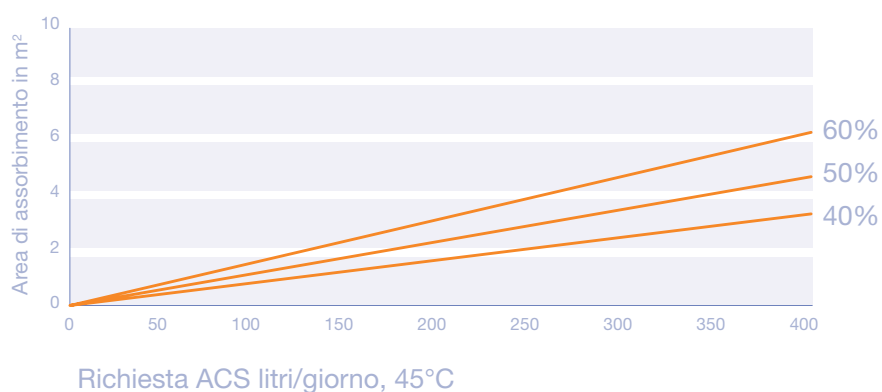



Fig.24 Collettori a tubi sottovuoto DF&HP Thermomax

Dimensionamento del sistema

Portata del sistema

La portata specifica a tubo (V_T) è compresa tra 0,1 ≤ V_T ≤ 0,25 (l/min/tubo). Raccomandiamo di utilizzare una portata minima di 60 l/ora/m² per il dimensionamento dei tubi.

Area di raccolta (m²)	Portata (Ltr/min)
2	2.0 - 5.0
3	3.0 - 7.5
4	4.0 - 10.0
5	5.0 - 12.5
6	6.0 - 15.0
7	7.0 - 17.5
8	8.0 - 20.0
9	9.0 - 22.5

Fig.25 Portata come funzione dell'area di assorbimento

La portata volumetrica dovrebbe essere dimensionata per assicurare che sia sufficiente a raffreddare il collettore solare, con un conseguente miglioramento del rendimento del sistema.

Per calcolare la portata utilizzeremo la seguente formula:

$$m = \frac{Q}{\text{Cgw}\ .\Delta\Theta}$$

M = Portata volumetrica
Q = Irradiazione solare x rendimento del collettore W/m²
Cgw = Capacità specifica di riscaldamento del fluido solare (Tyfovor LS = 0,98 Wh/kg K)
ΔΘ = 10 K

$$m = \frac{1000 \text{ x } .779 \text{ (DF100 - 30Tubo)}}{0.98 \text{ x } 10}$$

m = 79 l/m²h
m = 79/60 = 1,31 l/ m²min
m = 1,31/10=0,13 ltubo min
m x 30tubi = 3,95 l/min

Dimensionamento del sistema

Tubatura & Dimensionamento della tubatura

Materiali idonei

I seguenti materiali sono idonei per il collegamento del sistema solare:

- Tubo in acciaio nero
- Tubo in rame
- Tubo in acciaio inox

Isolamento

Si raccomanda l'uso di un isolante con caratteristiche di stabilità ai raggi UV e di resistenza alle temperature superiori a 170 C°. Per evitare grandi perdite di calore attraverso i tubi, raccomandiamo di utilizzare un isolamento con uno spessore minimo pari a metà del diametro del tubo e con un valore U in [W/mk)] di ≤ 0,035.

Notare che REIA raccomanda uno spessore pari al 100% del diametro interno.

Materiali non idonei

Sconsigliamo l'uso dei seguenti materiali per il collegamento del sistema solare:

- Tubi di plastica (PEX)
- Tubi multistrato in alluminio / plastica (ALU-PEX)
- Tubi in metallo zincato

Raccordi idonei

- Raccordo a compressione
- Raccordo a pressione (con guarnizione adatta per temperature superiori ai 150 °C)
- Raccordo brasato
- Raccordo adatto a tubi corrugati in acciaio inox, come Waterway, Aeroline, ecc.

Nota: è sconsigliato l'uso di raccordi con anelli di saldatura sulla tubatura in rame.

Il fissaggio dei tubi deve consentire lo scorrimento degli stessi per l'allungamento dovuto all'aumento della temperatura, si veda la fig. 26

Aumento della temperatura (°C)	Allungamento del tubo d'acciaio (mm/m)	Allungamento del tubo di rame (mm/m)
50	0.48	0.66
100	1.08	1.49
120	1.32	1.83

Fig.26 Allungamento dei tubi causato dalla temperatura

Dimensionamento del sistema

Dimensionamento della tubatura

Per il dimensionamento della tubatura raccomandiamo una portata minima di 60 l/h/m².
Ad esempio, un sistema DF100 con 30 tubi = 60 l/h x 3m² = 180 litri/ora.

Per minimizzare il calo di pressione attraverso il circuito solare, raccomandiamo che la velocità di circolazione del fluido non superi 1m/s.

Teoricamente si dovrebbe utilizzare una velocità di circolazione compresa tra 0,4 e 1m/s, con un conseguente calo di pressione compreso tra 1 e 2,5 mbar/lunghezza tubo in m.

$$\phi i = 4.6\sqrt{\frac{Vs}{v}}$$

dove:
ϕi = Diametro interno (mm)
Vs = Portata del sistema (l/min)
v = Velocità del fluido (m/s)

Esempio:
DF 100, collettore da 30 tubi

$$\phi i = 4.6\sqrt{\frac{3}{1}}$$

= tubatura interna di 8mm

I tubi con un diametro esterno inferiore a 15mm non dovrebbero essere mai utilizzati, in questo esempio aumenteremo la dimensione del tubo da 8mm a 13mm (= tubo OD da 15mm con pareti spesse 1mm).

La fig. 27 in basso illustra la dimensione consigliata dei tubi in sistemi domestici tradizionali.

Area del collettore (m²)	Portata Ltr/hr	Diametro esterno di un tubo di rame (mm)	DF100 (mbar)	Calo di pressione del collettore HP100 (mbar)	HP200 (mbar)
2	120	15 x 1	8.54	1.18	4.11
3	180	15 x 1	12.57	2.87	10.47
4	240	15 x 1	17.08	2.36	8.22
5	300	22 x 1	21.11	4.05	14.58
6	360	22 x 1	25.14	5.74	20.94
8	240	22 x 1	33.68	6.92	25.05

Fig.27 Dimensionamento tipico domestico

Dimensionamento del sistema

Dimensionamento della pompa

Per dimensionare correttamente la pompa solare, si dovrebbero conoscere la portata del sistema e la perdita totale di pressione attraverso il sistema.

Sappiamo già che la portata minima dovrebbe essere di 60 l/h/m².

La perdita di pressione attraverso i collettori può essere desunta dai seguenti grafici:

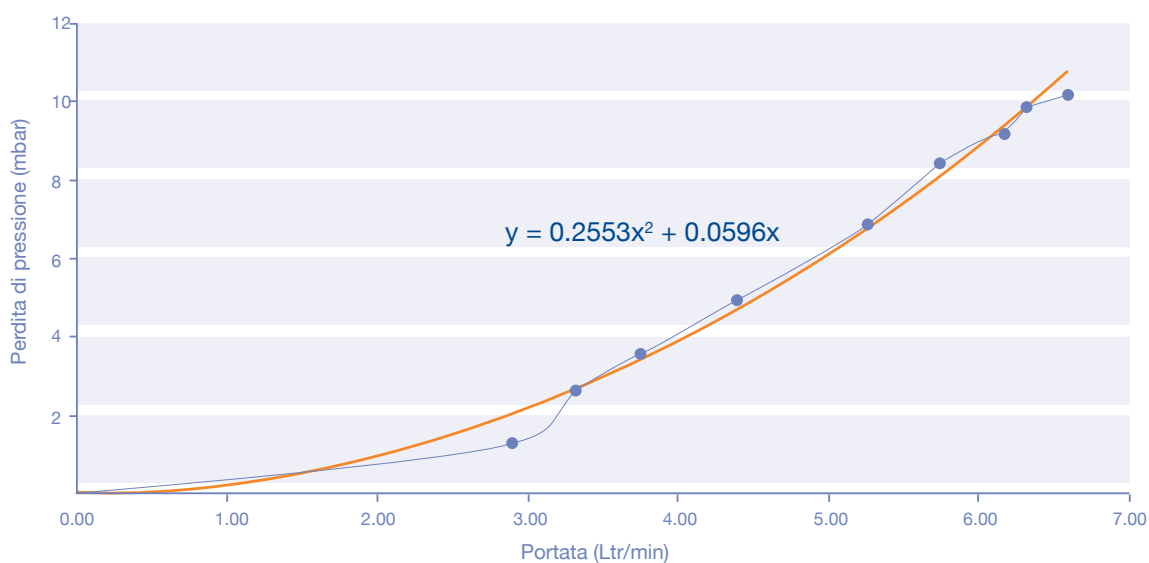



Fig.28 Grafico sul dimensionamento della pompa dell'HP 100 da 20 tubi

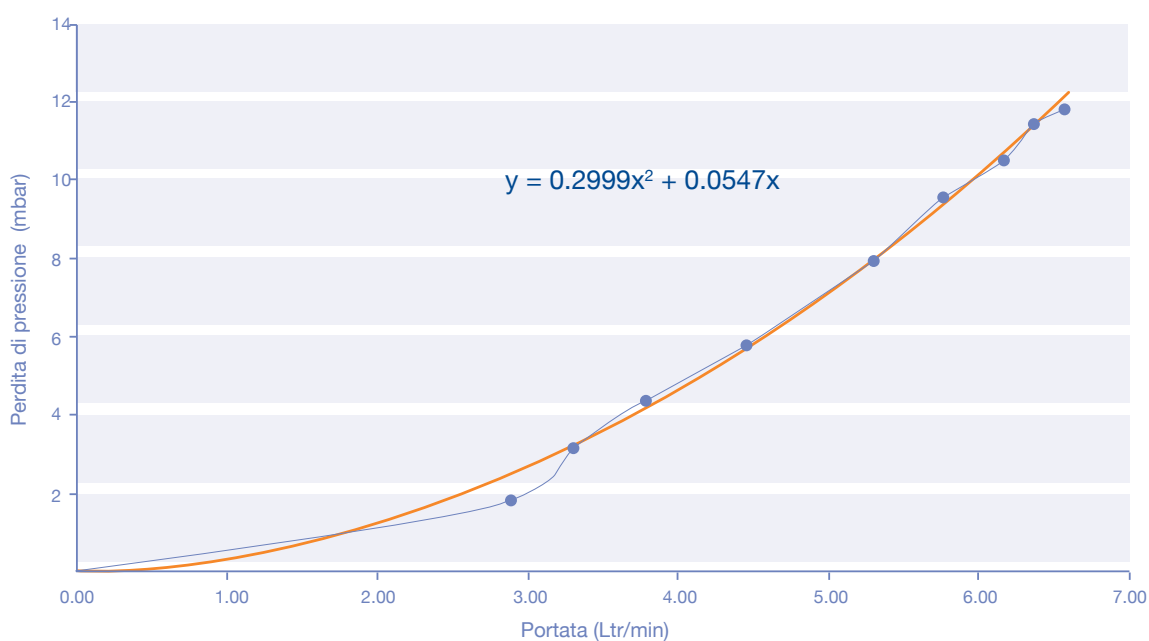



Fig.29 Grafico sul dimensionamento della pompa dell'HP 100 da 30 tubi

Dimensionamento del sistema

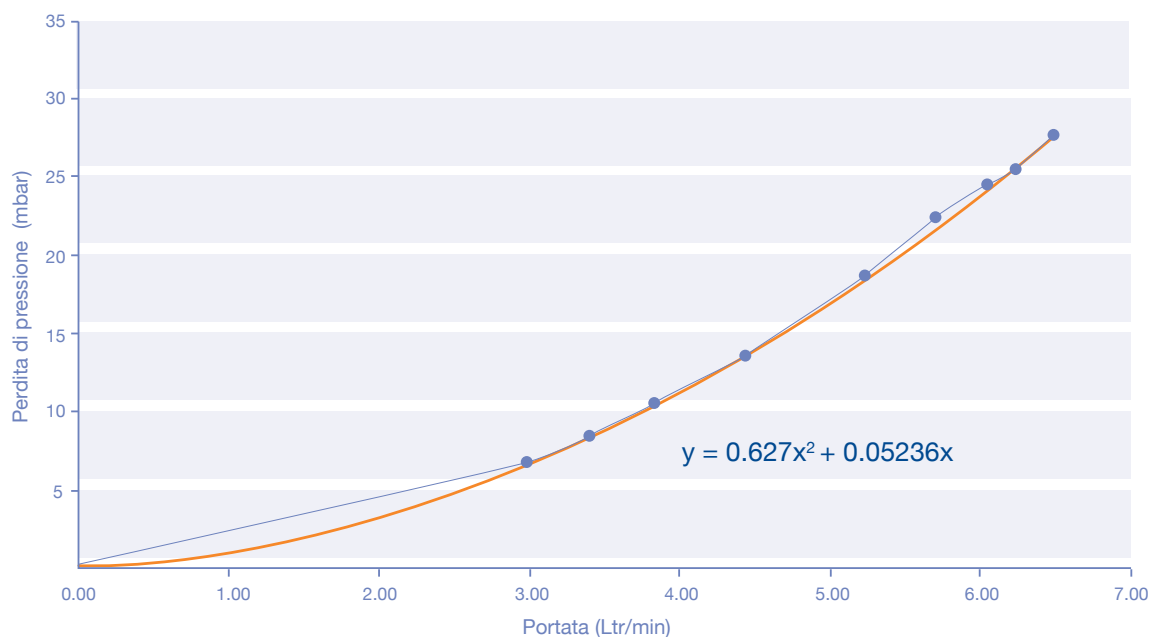



Fig.30 Grafico sul dimensionamento della pompa dell'HP 200 da 20 tubi

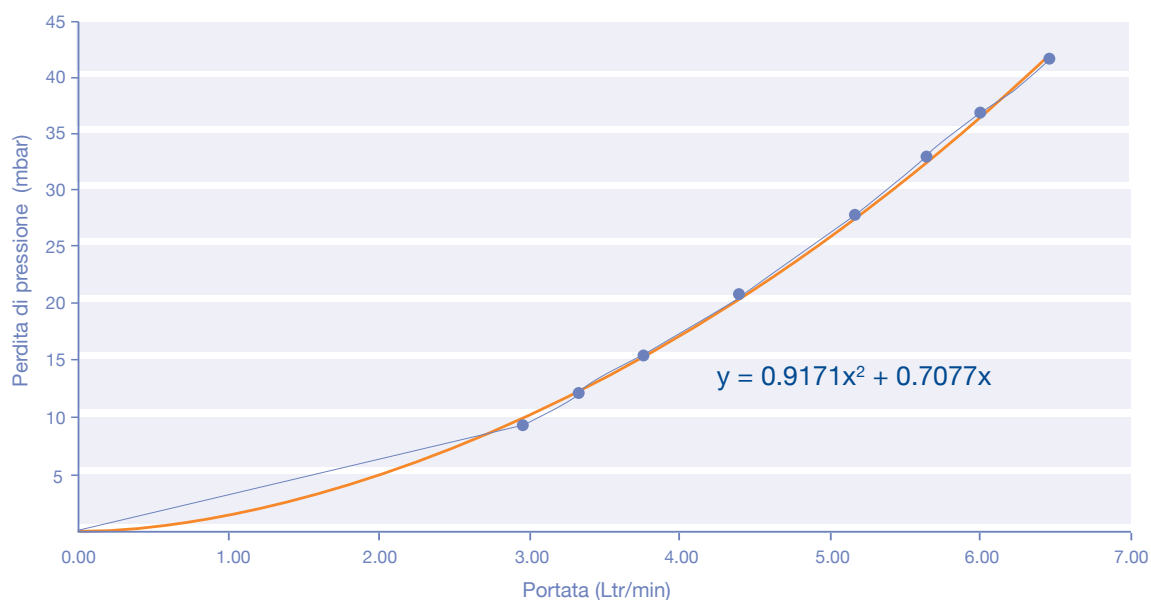



Fig.31 Grafico sul dimensionamento della pompa dell'HP 200 da 30 tubi

Dimensionamento del sistema

DF100 da 20 tubi

$y = 0.3734x^2 + 3.5279x$

Perdita di pressione (mbar)

Portata (Ltr/min)

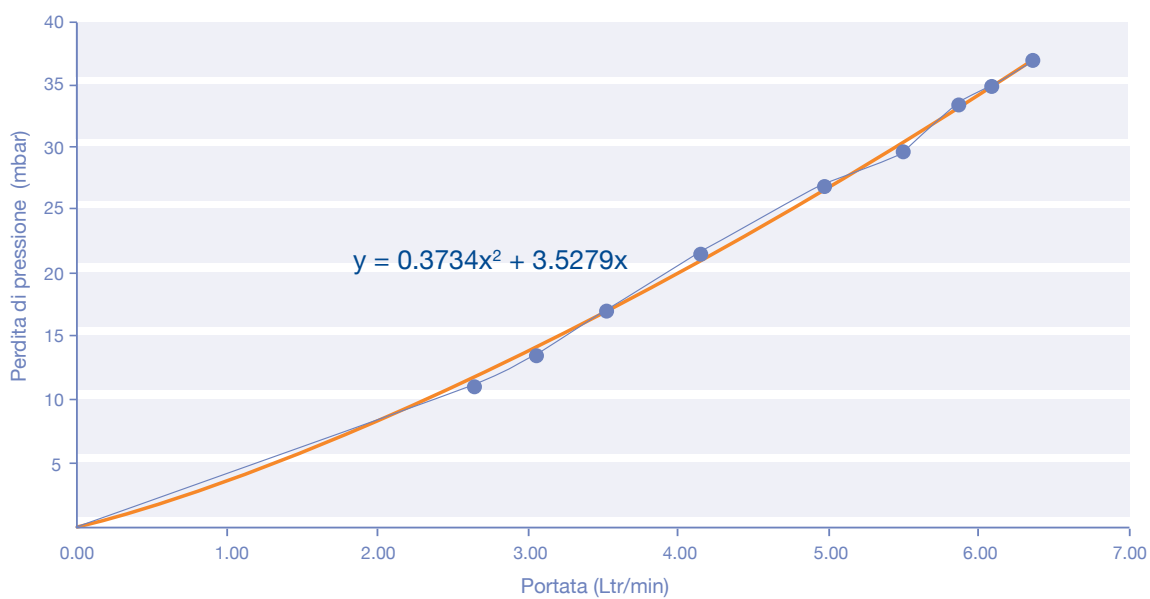



Fig.32 Grafico sul dimensionamento della pompa del DF100 da 20 tubi

DF100 da 30 tubi

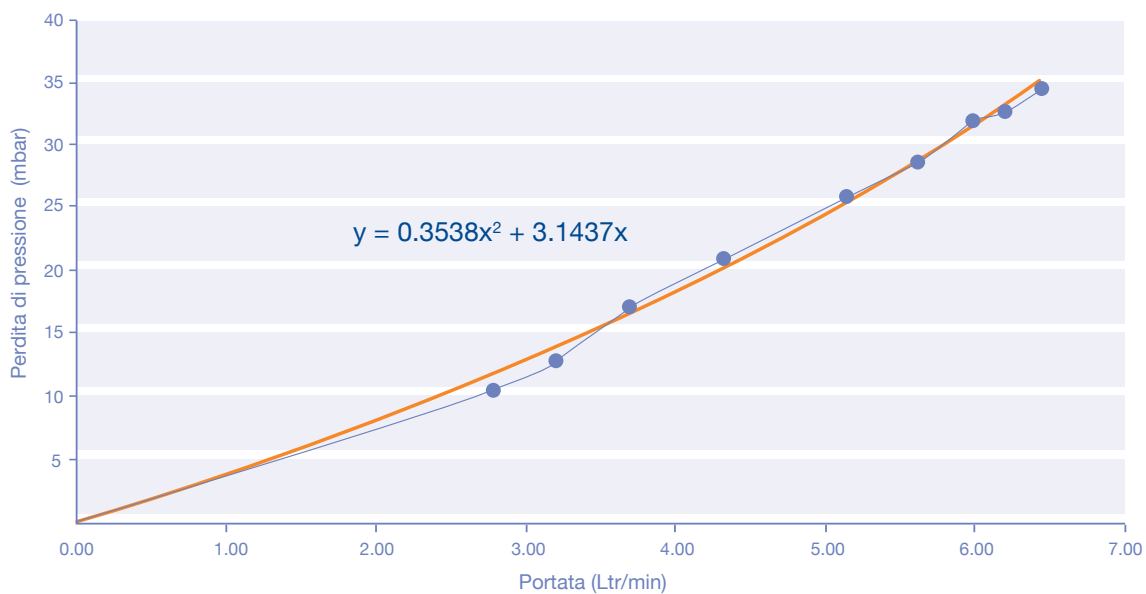



Fig.33 Grafico sul dimensionamento della pompa del DF100 da 30 tubi

Dimensionamento del sistema

Se la portata del sistema è superiore rispetto ai valori indicati nei grafici precedenti, ad esempio con aree più grandi del collettore, è possibile utilizzare la seguente formula:

Collettore	Equazione
DF100 20-tubi	$\Delta P = 0.37q^2 + 3.53q$
DF100 30-tubi	$\Delta P = 0.35q^2 + 3.14q$
HP100 20-tubi	$\Delta P = 0.255q^2 - 0.06q$
HP100 30-tubi	$\Delta P = 0.3q^2 + 0.055q$
HP200 20-tubi	$\Delta P = 0.637q^2 + 0.52q$
HP200 30-tubi	$\Delta P = 0.917q^2 + 0.708q$

Fig.34 Formule per il calcolo dei cali di pressione del collettore

ΔP = Calo di pressione del collettore (mbar)
q = Portata (l/min)

Il calo di pressione totale sul flusso indice =
$\Delta P_s = (n_{20} \times \Delta P_{c20}) + (n_{30} \times \Delta P_{c30}) + \Delta P_p + \Delta P_{he}$

Dove:

ΔP_s = Calo totale di pressione sul flusso indice (mbar)
n_{20} = Numero di 20 tubi collegati in serie sul flusso indice
ΔP_{c20} = Calo di pressione sul collettore da 20 tubi (mbar) (vedi figura 27 o 34)
n_{30} = Numero di 30 tubi collegati in serie sul flusso indice
ΔP_{c30} = Calo di pressione sul collettore da 30 tubi (mbar) (vedi figura 27 o 34)
ΔP_p = Calo di pressione sulla tubatura del flusso indice (mbar)
ΔP_{he} = Calo di pressione sulla scambiatore di calore (mbar)

Unità

1m (acqua) ≈ 100 mbar
1 l/min = 0,06 m^3/h

Dimensionamento del sistema

Il solare Kingspan presenta 3 kit standard di pompe, a richiesta sono disponibili unità più grandi.

La portata precedentemente calcolata andrebbe tracciata sui grafici di rendimento della pompa in basso. Va prestata particolare attenzione alla prevalenza residua della pompa (asse delle y) e la cifra dovrà essere superiore all'ΔP_s precedentemente calcolato.

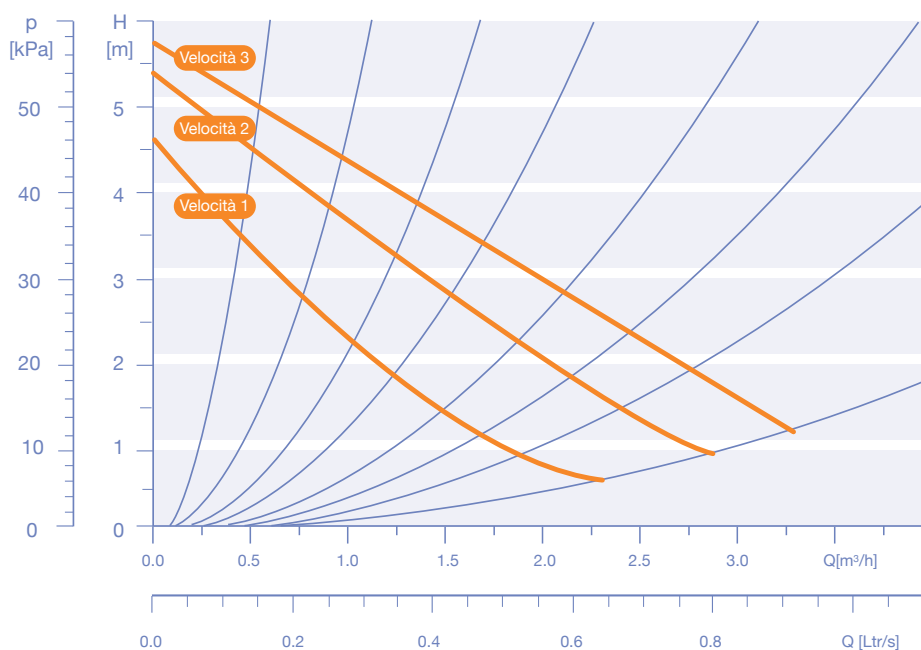



Fig.35 Grafico relativo al kit per pompa KSP0019 e KSP0025

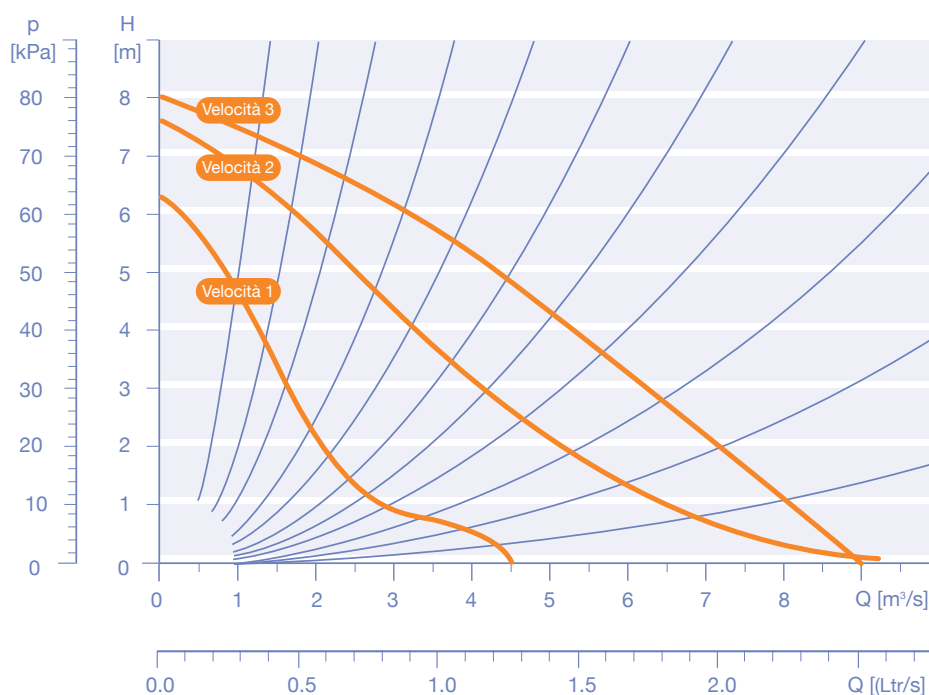



Fig.36 Grafico relativo al kit per pompa KSP0020

Dimensionamento del sistema

Dimensionamento del vaso d’espansione

In un sistema solare il vaso di espansione assorbe l'aumento di volume del fluido solare quando questo si riscalda e rientra nel sistema quando si raffredda. È importante assicurare che il vaso d’espansione sia abbastanza grande da ospitare il contenuto del collettore quando si forma vapore (stagnazione), questo per garantire che non ci siano perdite di liquido termico dalla valvola di sicurezza.

Per dimensionare il vaso d’espansione utilizzeremo la seguente equazione:

$$V_{EV} = (V_V + V_D + \beta V_T)\left(\frac{P_e + 1}{P_e - P_0}\right)$$

Dove:

V_v = Tenuta di sicurezza (volume minimo del fluido in EV)
V_d = Volume del collettore (l) in caso di stagnazione
β = Coefficiente d’espansione del fluido di trasferimento del calore
V_t = Volume totale del sistema
P_e = Indice di pressione della valvola di sicurezza - 10%
P_0 = Pressione minima di funzionamento del sistema

Kingspan solar raccomanda i seguenti valori

V_v = Tenuta di sicurezza del vaso d’espansione = 3 litri
V_d = Volume del collettore (dalla fig. 38 nella pagina seguente) + 10%
β = Tyfocor LS, da 20 – 120 °C = 7,15%, per il dimensionamento raccomandiamo l’8,5%
P_0 = Riempimento a freddo iniziale del sistema, dovrebbe essere 1 bar + 0,1 bar /m altezza statica
P_e = Indice della valvola di sicurezza solitamente di 6 bar – 10% = 5,4 bar
V_t = Volume dei collettori + volume della tubatura+ volume serpentino/scambiatore

Nella fig. 38 sono illustrati gli esempi delle dimensioni raccomandate per il vaso d’espansione.

Dimensionamento del sistema

Volumi dei collettori		
Modello	Dimensione	Capacità (in litri)
HP100	20 tubi 30 tubi	1.2 1.7
HP200	20 tubi 30 tubi	1.1 1.7
DF100	20 tubi 30 tubi	3.8 5.6
FN 2.0	Piatto	1.7

Fig.37 Volumi dei collettori

Dimensionamento del vaso d'espansione				
Modello	Area del collettore (m^2)	Volume del sistema (Ltrs)	Altezza statica	Dimensione del vaso
HP100	2 3 4 5	17 17 18 19	5 5 5 5	18 18 18 18
HP200	2 3 4 5	17 17 18 19	5 5 5 5	18 18 18 18
DF100	2 3 4 5	19 20 22 24	5 5 5 5	18 25 25 35

Fig.38 Dimensionamento raccomandato della vaso d'espansione

Dimensionamento del sistema

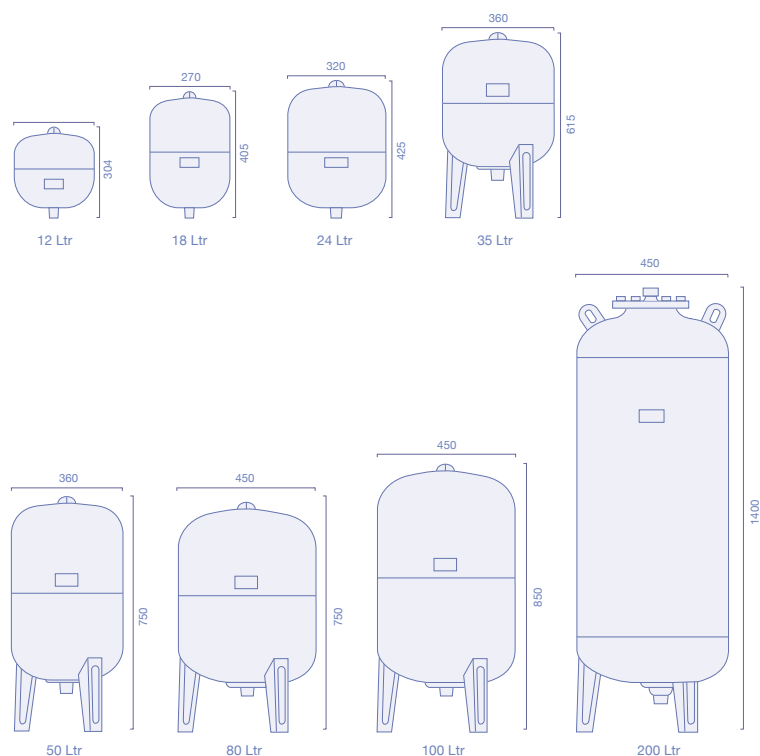



Fig.39 Dimensioni (in mm) del vaso d'espansione

Capacità (Ltrs)	Diametro (mm)	Altezza (mm)	Collegamento (in)
12	270	304	¾
18	270	405	¾
24	320	425	¾
35	360	615	1
50	360	750	1
80	450	750	1
100	450	850	1
200	485	1400	1½

NOTA IMPORTANTE:
Messa in servizio del vaso d'espansione:

Prima di riempire il sistema assicurarsi che la pressione del vaso di espansione sia di 0,3 bar in meno rispetto alla pressione del liquido di raffreddamento del sistema solare. La pressione del liquido di raffreddamento dovrebbe trovarsi all'incirca ad (almeno) 1 bar + 0,1 bar/m altezza statica. La tenuta di sicurezza (volume del fluido nel vaso d'espansione) dovrebbe essere di 3 litri.

Dimensionamento del sistema

Dimensionamento del vaso regolatore

Secondo la direttiva VDI 6002, i vasi regolatori devono essere impiegati "...quando il fluido nelle tubazioni fra la batteria di collettori e il vaso di espansione è inferiore al 50% della capacità di assorbimento del vaso di espansione di corretto dimensionamento".

Il vaso regolatore è conosciuto anche come "vaso di riduzione della temperatura", "vaso di stagnazione" o "vaso di stratificazione".

Circuito del vaso regolatore

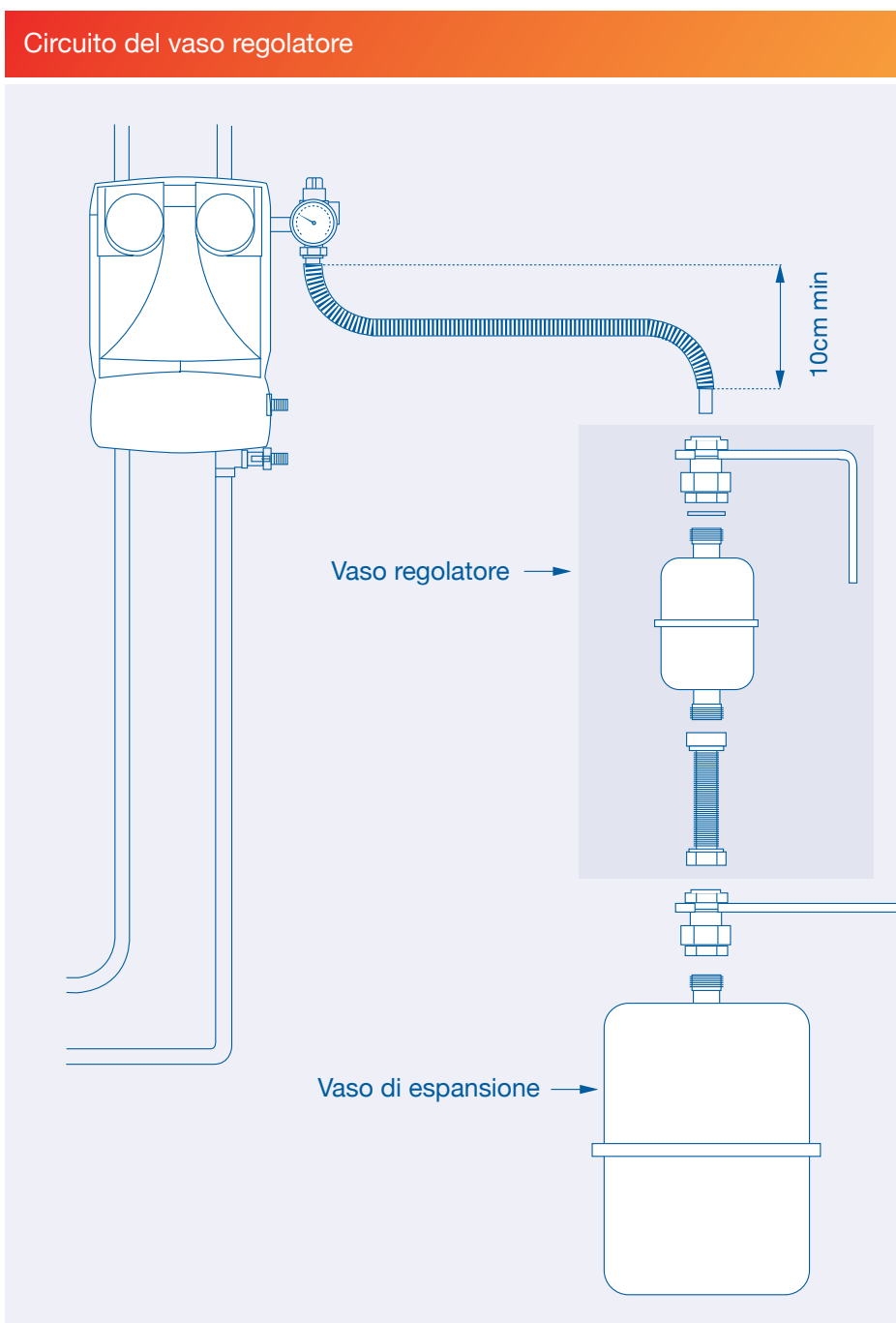



Fig. 40

Dimensionamento del sistema

Se del fluido ad alte temperature resta a lungo nel vaso d'espansione, può diminuirne la durata, provocando infine la rottura prematura del diaframma. Per evitare questa situazione, si dovrebbe installare un vaso regolatore nel sistema quando si utilizzano i collettori DF100, FN2.0 o FS 2.0.

Il collegamento tra la pompa, il vaso di espansione ed il vaso regolatore deve essere sempre in linea.

Non esistono delle normative in merito al dimensionamento dei vasi regolatori, tuttavia raccomandiamo di utilizzare il seguente metodo.

Volume del vaso regolatore = $V_{cv} = (0,5 \times V_{evs}) - V_s$

Dove

V_{cv} = Volume del vaso regolatore
V_{evs} = Volume espandibile utilizzabile
V_{sl} = Volume di lunghezza semplice della tubatura (distanza dal vaso al collettore solare)

Raccomandiamo di utilizzare i seguenti vasi dimensionati con i nostri collettori:

Dimensionamento del vaso regolatore

Modello	Area del collettore (m^2)	Volume del sistema (Ltrs)	Altezza statica	Dimensione del vaso	Dimensione del vaso regolatore
DF100	2	19	5	18	5
	3	20	5	25	8
	4	22	5	25	8
	5	24	5	35	12

Fig.41 Dimensionamento del vaso regolatore per DF100

Prevenzione della stagnazione

Come menzionato in precedenza, in un sistema solare occorre prevenire la stagnazione.

Temperature continue sopra ai 170°C provocheranno il degradamento del fluido solare Tyfocor e abbasseranno le sue proprietà d'inibizione, in questo caso il fluido assumerà un colore brunastro (vedi foto in basso).

Temperature alte continue provocano anche danni ai collettori, alla stazione di pompaggio e ai vasi d'espansione nel sistema.

Fig. 42 L'effetto della stagnazione con il liquido Tyfocor

Il fluido sulla destra è lo stato normale del fluido Tyfocor. Il misurino sulla sinistra invece contiene una soluzione che è stata a lungo in stagnazione a temperature superiori a 170°C.

Raccomandiamo di testare la soluzione ogni cinque anni e successivamente ogni anno fino alla sostituzione del liquido. La soluzione sarà testata utilizzando un rifrattometro e una carta reagente al ph, il kit è disponibile presso in nostri uffici vendita.

La stagnazione di un sistema solare può essere provocata da un certo numero di motivi, ad esempio:

- Sistemi sovradimensionati – i metodi di corretto dimensionamento sono stati analizzati nei capitoli precedenti.
- Vaso d'espansione sottodimensionato - i metodi di corretto dimensionamento sono stati analizzati nei capitoli precedenti.
- Configurazione errata del sistema – è essenziale che tutti i sistemi solari siano installati e messi in funzione da installatori addestrati e tecnicamente competenti che comprendono appieno i requisiti di un sistema termico solare altamente performante.
- Sacca o perdite d'aria nel sistema.
- Periodi prolungati con poche richieste d'acqua calda – questo problema può essere superato utilizzando uno dei nostri pannelli di controllo mediante la funzione di dissipazione del calore, come è spiegato in dettaglio nelle pagine seguenti.

Prevenzione della stagnazione

Strategie di controllo per la riduzione della stagnazione

La nostra gamma di pannelli di controllo Thermomax SC100, SC200 & SC300 prevedono le seguenti possibilità.

Notare: si raccomanda l'installazione di una valvola di miscelazione termostatica con tutti i sistemi solari. È importante che siano installate per l'opzione 1 & 2 per evitare ustioni accidentali causate dalle alte temperature.

(1) Dissipazione di calore attraverso uno scambiatore Opzione A

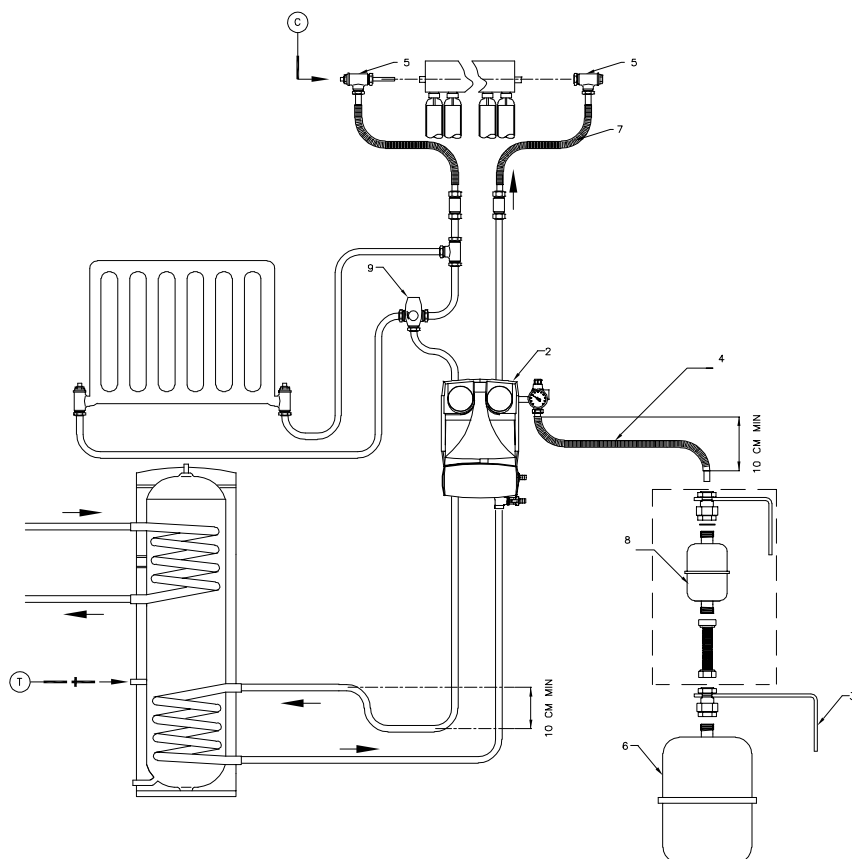



Fig.43 Dissipazione del calore, opzione A

Prevenzione della stagnazione

Opzione A – Prevenzione della stagnazione

Un radiatore / scambiatore viene installato con una valvola deviatrice a 3 vie al lato solare del cilindro. Nel nostro pannello di controllo si dovrebbe abilitare la funzione 3.7 “funzione del termostato”.

Questa funzione consente di controllare la valvola a 3 vie che alimenta il radiatore in base ad una temperatura differenziale predefinita.

Quando la temperatura nel cilindro supera il valore “on” predefinito (solitamente 80°C), l’uscita viene attivata fino a che la temperatura differenziale non scende sotto il valore predefinito “off” (solitamente 60°C).

Questo ciclo proseguirà fino alla riduzione della temperatura del collettore.

Dissipazione di calore attraverso uno scambiatore Opzione B

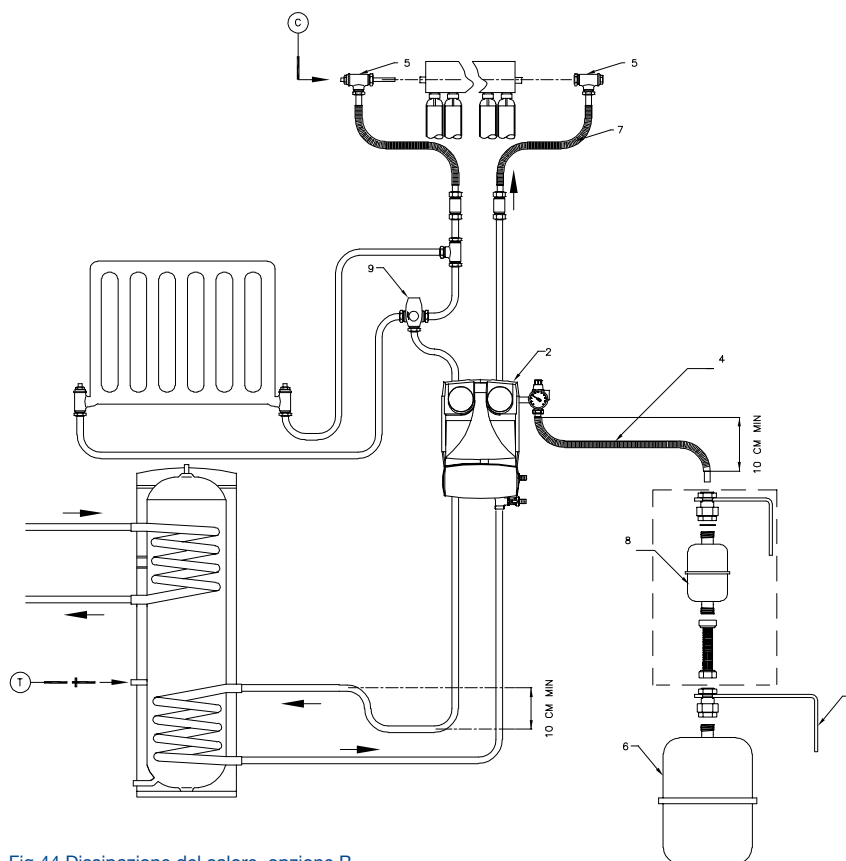



Fig.44 Dissipazione del calore, opzione B

Termostato	Display: 3.7

Prevenzione della stagnazione

Opzione B – Prevenzione della stagnazione

Un radiatore / scambiatore viene installato con una pompa di circolazione al lato riscaldamento del cilindro. Si dovrebbe abilitare la funzione “funzione termostato” nel nostro pannello di controllo 3.7.

Questa funzione consente di controllare il circolatore che alimenta il radiatore in base alla temperatura differenziale predefinita.

Quando la temperatura nel cilindro supera il valore “on" predefinito (solitamente 80°C), l’uscita viene attivata fino a che la temperatura differenziale non scende sotto il valore predefinito “off” (solitamente 60°C).

Questo ciclo proseguirà fino alla riduzione della temperatura del collettore.

(2) Funzione di riduzione della stagnazione

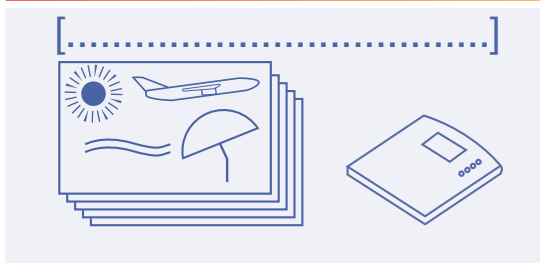
Nel nostro pannello di controllo si dovrebbe attivare la funzione 2.9 “funzione di riduzione della stagnazione”.

Questa funzione ritarda la fine della fase di carico del serbatoio di stoccaggio in modo da ridurre, o addirittura eliminare, i tempi di stagnazione del sistema ad alte temperature.

Questa funzione interrompe ripetutamente il funzionamento della pompa, che viene riattivata solo brevemente quando si alzano le temperature del collettore. Con temperature ancora più alte, il rendimento cala significativamente, quindi il carico richiede più tempo. In questo modo si ritarda l’inizio degli eventuali tempi di stagnazione.

Prevenzione della stagnazione

(3) Funzione holiday / raffreddamento

Funzione holiday / Rafreddamento
Display: 2.10

Nel nostro pannello di controllo, si dovrebbe abilitare la funzione 2.10 “Funzione holiday / Rafreddamento”.

Questa funzione è consigliata per evitare la stagnazione nei collettori piani, più che in quelli a tubi sottovuoto, a causa della loro maggiore tendenza a dissipare calore.

Questa funzione è solitamente abilitata quando il nucleo famigliare è in vacanza. Quando la funzione holiday è attivata, e la temperatura nel serbatoio di stoccaggio raggiunge i 10 K sotto la temperatura massima configurata per il serbatoio di stoccaggio, il controllore tenta sistematicamente di scaricare la parte inferiore del serbatoio fino al raggiungimento della temperatura minima per il serbatoio di stoccaggio.

Climatizzazione solare

Sistemi di climatizzazione ad energia solare

Nei sistemi di climatizzazione ad energia solare, l'energia solare raccolta dalla centrale solare viene utilizzata per azionare il processo di raffreddamento.

Il carico massimo di raffreddamento di un edificio solitamente coincide con i periodi di massima irradiazione solare.

Utilizzando dei sistemi solari si ottengono dei notevoli risparmi rispetto al consumo elettrico normale di un compressore meccanico.

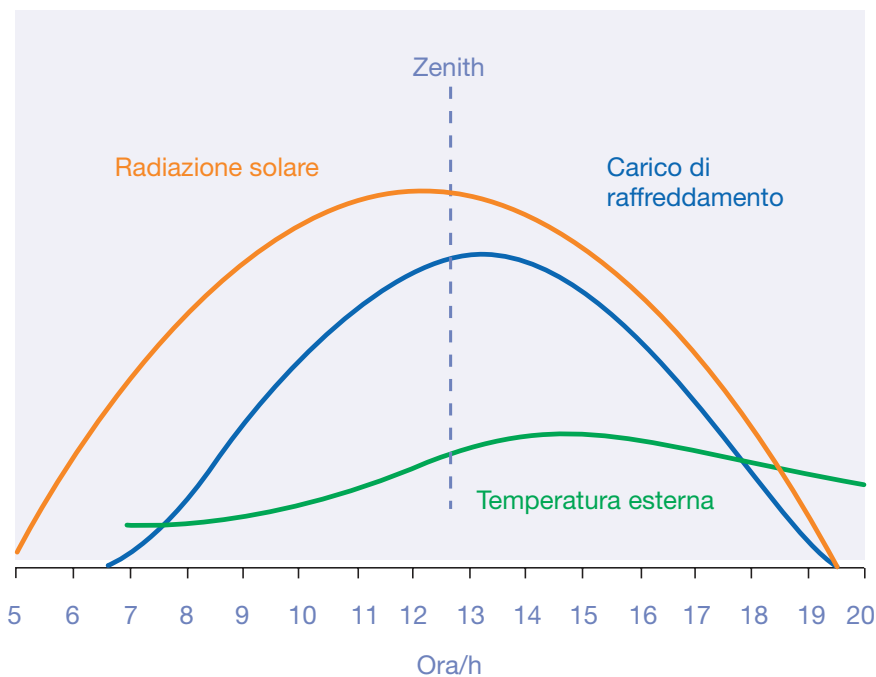



Fig.45

Esistono due sistemi principali per il condizionamento ad energia solare:
1 Sistema chiuso – Chiller (assorbimento o adsorbimento)
2 Sistema aperto (essiccatore)

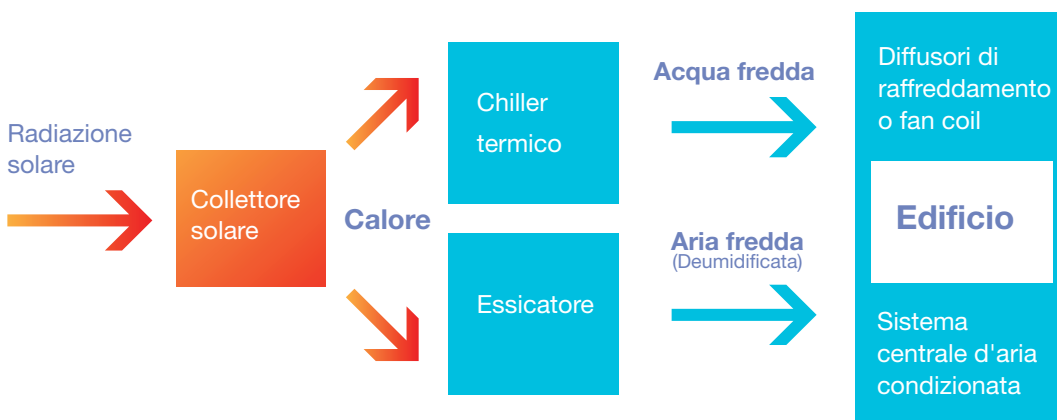



Fig. 46 Sistemi di condizionamento ad energia solare

Climatizzazione solare

Ai fini della presente guida tecnica, descriveremo brevemente 2 varianti di sistemi chiusi.

Per la progettazione e le specifiche complete siete invitati a consultare la nostra guida tecnica sulla climatizzazione ad energia solare “Kingspan Climate”.

Sistemi chiusi

I sistemi chiusi sono macchine refrigeranti ad energia solare a cui comunemente ci si riferisce come macchine refrigeranti ad assorbimento e a adsorbimento. Queste unità forniscono acqua refrigerata utilizzata per alimentare le unità di trattamento d’aria o i fan coil.

Assorbimento

Le macchine refrigeranti ad assorbimento lavorano secondo un procedimento simile a quello del compressore meccanico, cioè l’elemento chiave è un evaporatore o un condensatore.

Durante il processo di assorbimento, un liquido vaporizzato estrae calore a basse temperature, dopodiché il vapore è compresso ad alta pressione attraverso un compressore a vettore termico che è composto da un generatore e da un assorbitore, la pressione del liquido viene ridotta mediante una valvola d’espansione e il ciclo si ripete. I cicli d’assorbimento si basano sul fatto che il punto d’ebollizione di una miscela è più alto rispetto al corrispettivo punto d’ebollizione di un liquido puro.

Le fasi del ciclo d’assorbimento sono:

1. Il refrigerante evapora nell’evaporatore e così facendo estrae calore da una fonte di calore a bassa temperatura, con un conseguente effetto di refrigerazione.

2. Il vapore del refrigerante scorre dall’evaporatore all’assorbitore, dov’è assorbito in una soluzione concentrata. Il calore relativo della condensazione e della miscela deve essere estratto da un mezzo refrigerante, così l’assorbitore è solitamente raffreddato ad acqua attraverso una torre di raffreddamento che fa continuare il processo.

3. La soluzione diluita è pompata nei componenti collegati alla fonte che fornisce calore (p.es. un generatore), dov’è riscaldata sopra la temperatura d’ebollizione, poi il vapore refrigerante è rilasciato ad alta pressione. La soluzione concentrata torna nell’assorbitore.

4. Il refrigerante desorbito condensa nel condensatore, mediante il quale viene dissipato il calore. Il condensatore è generalmente raffreddato ad acqua utilizzando una torre di raffreddamento per dissipare il “calore residuo”.

5. Il refrigerante torna nell’evaporatore attraverso una valvola d’espansione, la pressione della condensa del refrigerante è ridotta dalla valvola.

Climatizzazione solare

Schema di un semplice impianto di condizionamento:

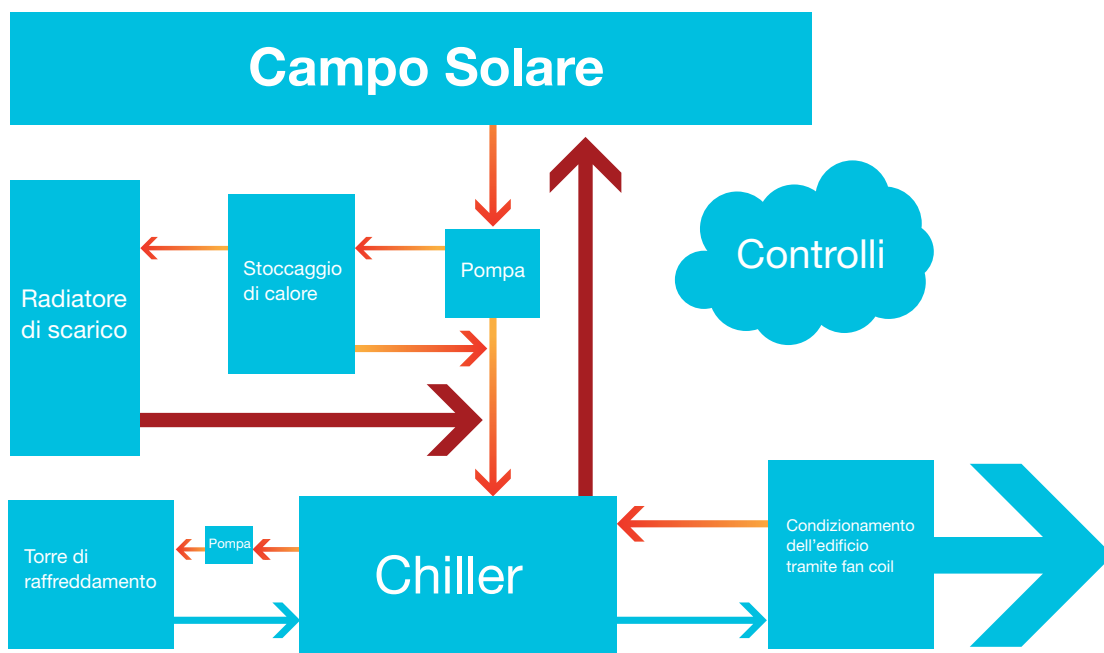



Fig.47 Processo di condizionamento

Per i sistemi di climatizzazione ad energia solare con collettori standard ad effetto singolo LiBr (bromuro di litio), i chiller ad assorbimento sono quelli più comunemente usati poiché richiedono una portata termica a temperatura relativamente bassa, tuttavia grazie al maggiore rendimento dei collettori Thermomax a tubi sottovuoto, i chiller a doppio effetto possono essere azionati dal solare quando vengono utilizzati.

Adsorbimento

Le macchine frigorifere ad adsorbimento utilizzano dei materiali assorbenti solidi in alternativa alle soluzioni liquide di cui sopra. I sistemi più diffusi impiegano acqua come refrigerante e silica gel come assorbente, benché recentemente sia stato adottato il zeolite. Le unità ad adsorbimento consistono in due componenti principali (vedi fig. 48): un evaporatore e un condensatore.

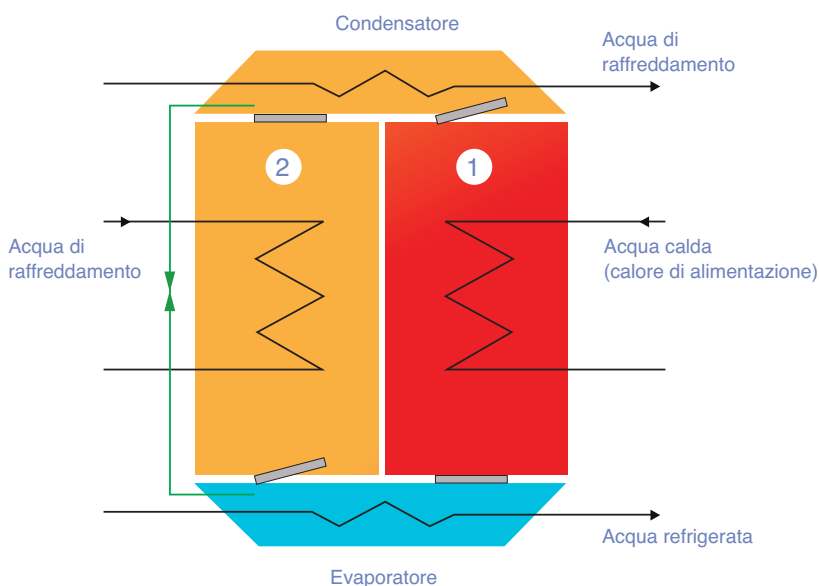



Fig.48 Componenti di un chiller ad assorbimento

Climatizzazione solare

Mentre l'assorbente nel primo compartimento è rigenerato attraverso acqua calda proveniente da una fonte esterna, p.es. il collettore solare, l'assorbente nel secondo compartimento assorbe il vapore acqueo che entra dall'evaporatore. Il compartimento 2 deve essere raffreddato per consentire l'adsorbimento continuo.

A causa delle condizioni di pressione bassa nell'evaporatore, il refrigerante viene trasformato nella fase gassosa prelevando il calore d'evaporazione dal circuito di acqua rinfrescata e quindi producendo il "freddo" utile. Se il materiale assorbente nel compartimento di adsorbimento è saturo di vapore acqueo ad un determinato grado, i due contenitori si scambiano le funzioni.

Per maggiori informazioni sul Solar Cooling vedere la nostra brochure Kingspan Klimate o contattare i nostri uffici.

Fissaggi del collettore

Opzioni di fissaggio per i collettori solari

In basso sono mostrati alcuni esempi dei nostri fissaggi tetto standard.
Fare riferimento al nostro manuale d'istruzione per le istruzioni e i dettagli completi della nostra gamma di fissaggi.

Kit di montaggio standard su tetto inclinato - Cod. C0590

A	Attaccare le staffe inferiori al tetto.	A1	X2
B	Fissare i binari laterali alla staffa inferiore.	B1	X2
D	Attaccare la staffa superiore al tetto.	D1	X2
E	Fissare i binari laterali alle staffe superiori	E1	X2
I	Collocare il distributore sui binari laterali.	I1	X2
J	Collocare i binari di supporto sui binari laterali.	J1	X2

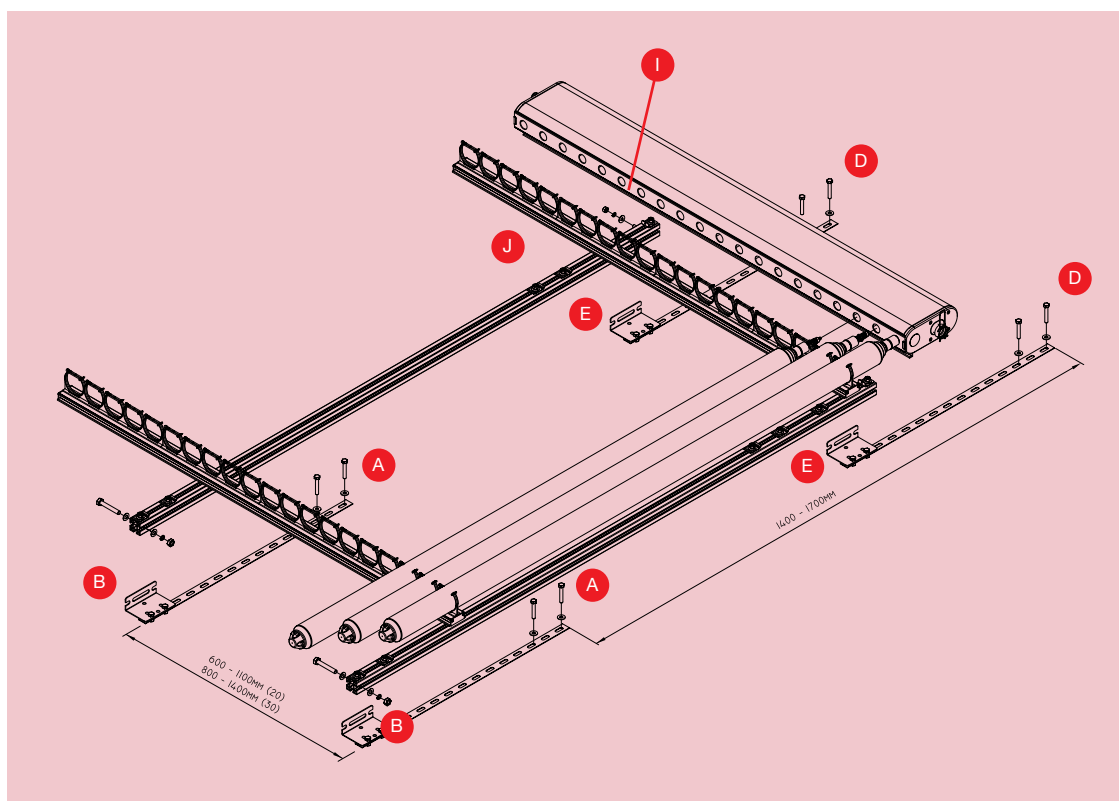



Fig.49 Kit di montaggio standard su tetto inclinato

Fissaggi del collettore

Kit di montaggio orizzontale, su tetto inclinato - Cod. C0593

**Nota* Solo per i collettori DF100

A	Attaccare le staffe al tetto alla distanza indicata	A4	X4
D	Fissare i binari laterali alle staffe.	D3	X2
H	Posizionare i perno di bloccaggio e trapanare i fori.	H	X3
I	Collocare il distributore sui binari laterali.	I3	X1
J	Collocare i binari di supporto sui binari laterali.	J2	X2

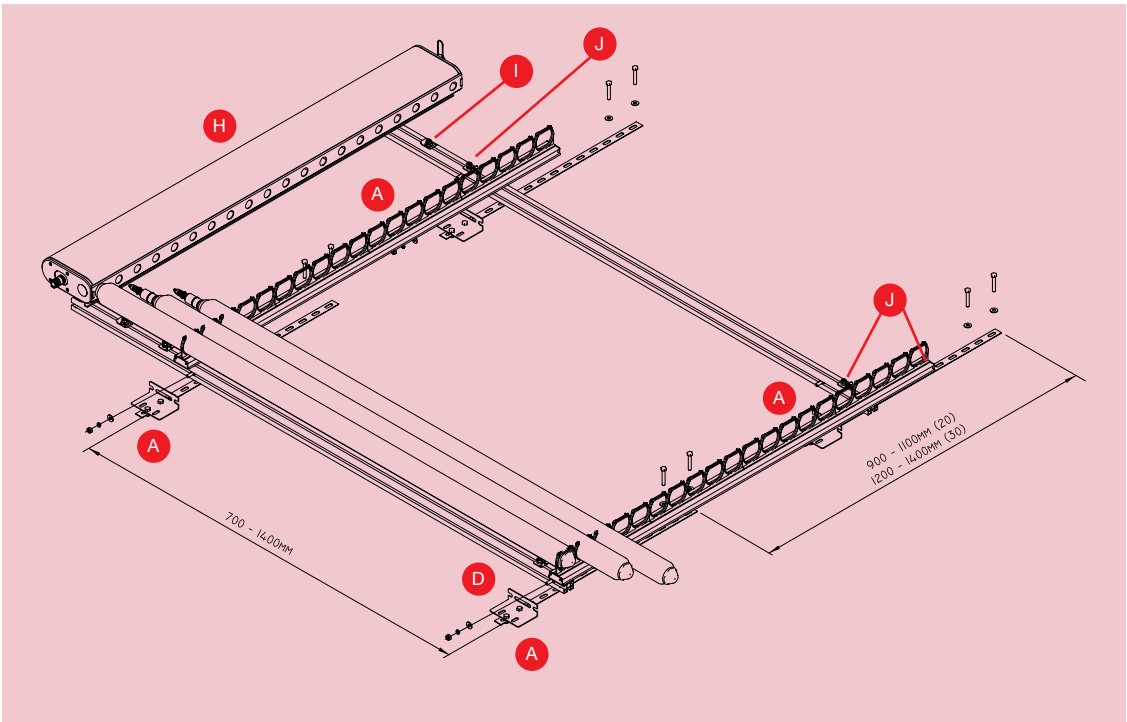



Fig.50 Kit di montaggio orizzontale, su tetto inclinato

Kit telaio ‘A’, 35-55°- Cod C0599

A	Attaccare le staffe anteriori alla superficie alla distanza indicata.	A5	X2
B	Fissare le staffe posteriori alla superficie alla distanza indicata.	B4	X2
C	Espandere le sezioni A.		X2
D	Fissare i binari laterali alla staffa anteriore.	D2	X2
E	Fissare il puntello posteriore alla staffa posteriore.	E3	X2
F	Regolare e fissare la bretella laterale.	F2	X2
G	Attaccare e fissare la bretella posteriore	G2	X1
I	Collocare il distributore sui binari laterali	I2	X1
J	Collocare i binari di supporto sui binari laterali.	J1	X2

Fissaggi del collettore

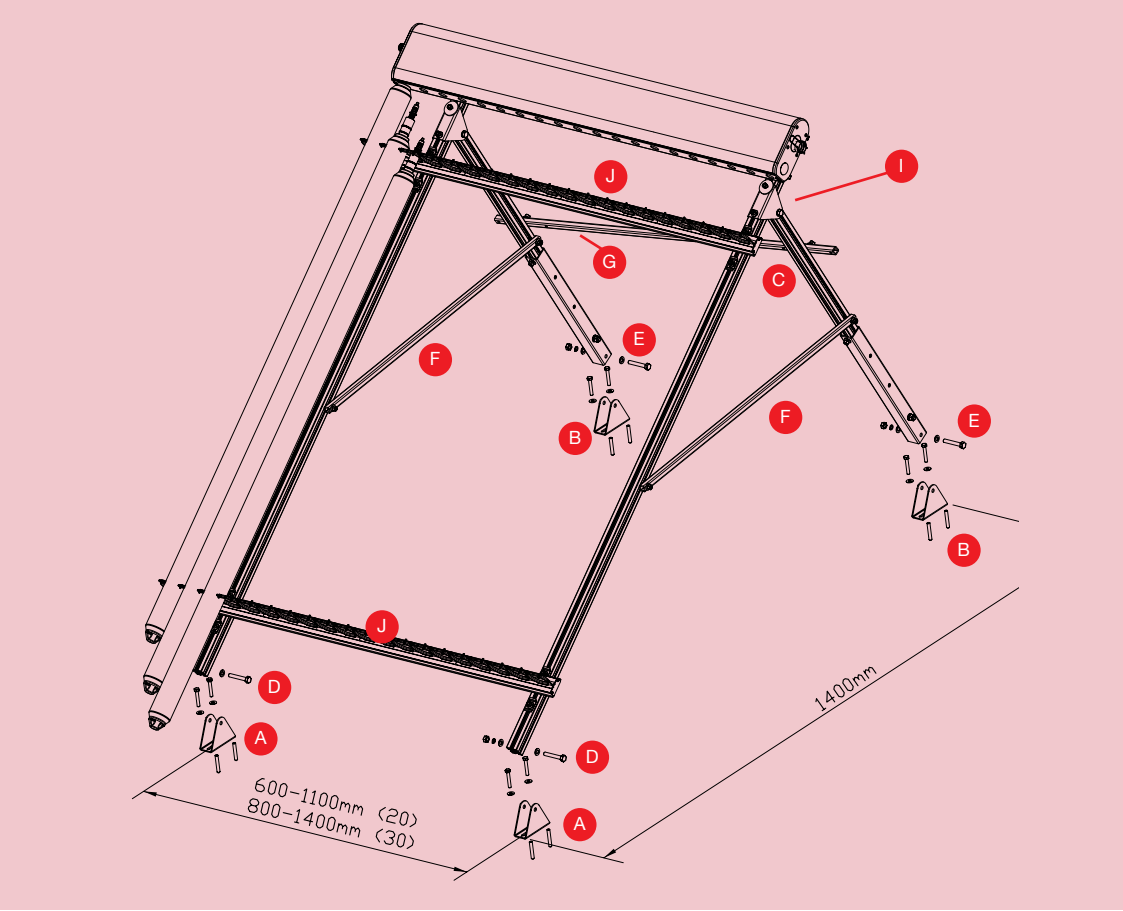



Fig.51 Kit di montaggio su tetti piani o giardini

Sollecitazioni e carico massimo sui tetti piani conformemente a DIN 1055

25°	Prevenzione dello slittamento dei collettori						Prevenzione del sollevamento dei collettori					
	Peso a piede (kg)						Peso a piede (kg)					
	Collettore da 10 tubi		Collettore da 20 tubi		Collettore da 30 tubi		Collettore da 10 tubi		Collettore da 20 tubi		Collettore da 30 tubi	
Altezza dal suolo (m)	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
8	76	102	76	102	116	155	26	65	26	65	41	100
Da 8 a 20	129	178	129	178	195	269	57	125	51	125	80	191

Sollecitazioni e carico massimo sui tetti piani conformemente a DIN 1055

45°	Prevenzione dello slittamento dei collettori						Prevenzione del sollevamento dei collettori					
	Peso a piede (kg)						Peso a piede (kg)					
	Collettore da 10 tubi		Collettore da 20 tubi		Collettore da 30 tubi		Collettore da 10 tubi		Collettore da 20 tubi		Collettore da 30 tubi	
Altezza dal suolo (m)	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
8	102	171	102	171	156	256	73	73	73	73	111	111
Da 8 a 20	177	287	177	287	266	430	137	137	137	137	206	206

Fissaggi del collettore

**Nota* Solo per i collettori DF100

I singoli tubi possono essere ruotati fino a 25° per raggiungere un migliore angolo d'inclinazione.

Kit di montaggio su facciate o tetti piani, pannello orizzontale - Cod C0595

A	Attaccare le staffe alla superficie alla distanza indicata	A5	X4
D	Fissare i binari laterali alle staffe.	D4	X2
I	Collocare il distributore sui binari laterali.	I1	X1
J	Collocare i binari di supporto sui binari laterali.	J1	X2

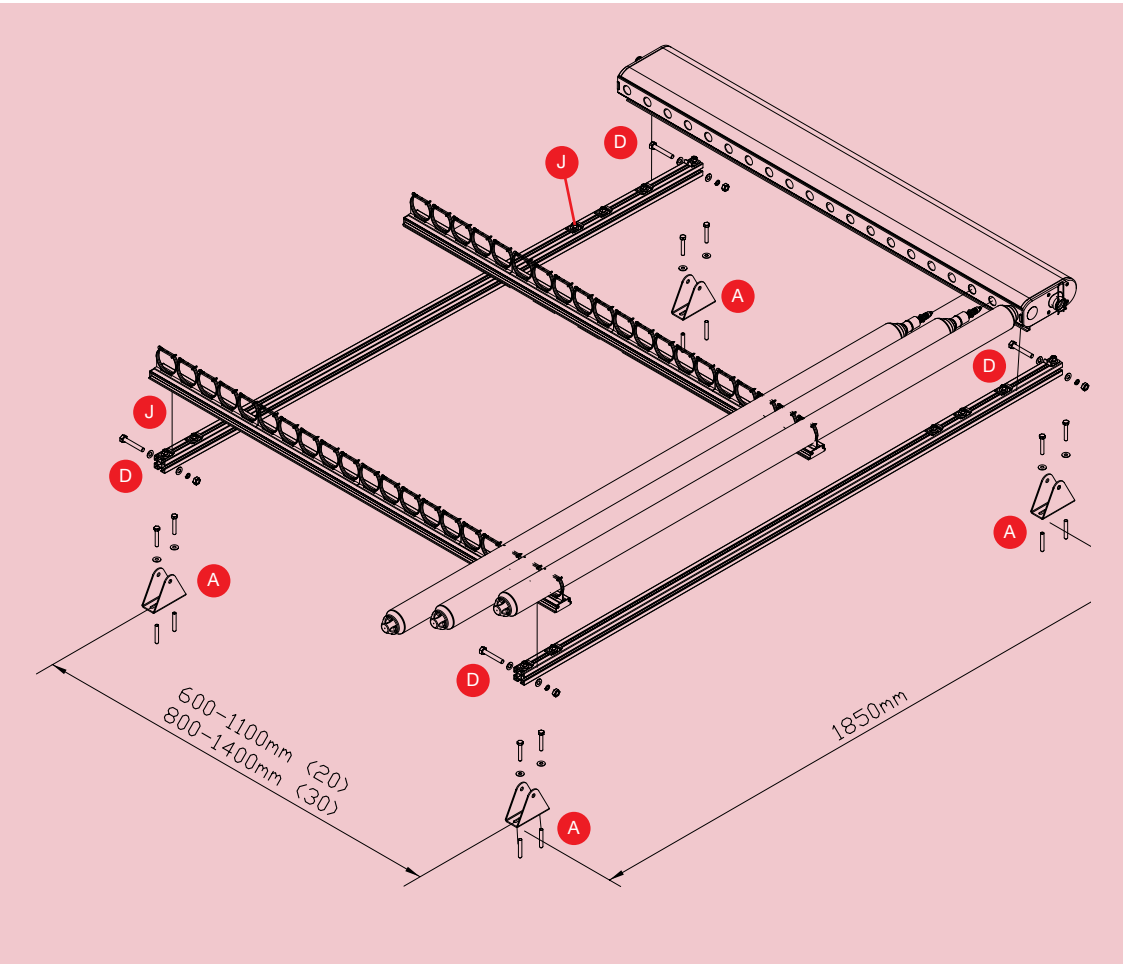
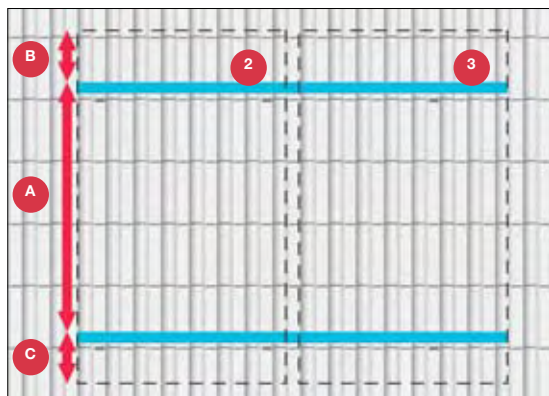



Fig.52 Kit di montaggio su facciate, pannello orizzontale

Sollecitazioni e carico massimo sui tetti piani conformemente a DIN 1055												
PIANO	Prevenzione dello slittamento dei collettori						Prevenzione del sollevamento dei collettori					
	Peso a piede (kg)						Peso a piede (kg)					
	Collettore da 10 tubi		Collettore da 20 tubi		Collettore da 30 tubi		Collettore da 10 tubi		Collettore da 20 tubi		Collettore da 30 tubi	
Altezza dal suolo (m)	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
8	22	26	22	26	33	39	15	18	15	18	22	27
Da 8 a 20	44	46	44	46	65	69	31	32	31	32	46	49
Da 20 a 100	66	67	66	67	98	101	48	48	48	48	72	73

Fissaggi del collettore

Nota Solo per i collettori a pannello piano FN e FS 2.0

Su kit di fissaggio a tetto per FN 2.0

Per l'installazione verticale, i binari (2/3) sono installati orizzontalmente. La distanza A tra i binari deve essere compresa tra 1,2m e 1,6m. Le distanze B e C dai binari al bordo esterno del collettore devono essere comprese tra 150mm e 350mm. Possono essere collegati in serie fino a 10 collettori (1 kit di base e 9 kit d'estensione).

Su kit di fissaggio a tetto per FS 2.0

Per l'installazione verticale, i binari (2/3) sono installati orizzontalmente. La distanza A tra i binari deve essere compresa tra 47 ¼"/1.2m e 63"/1.6m. Le distanze B e C dai binari al bordo esterno del collettore devono essere comprese tra 6"/150mm e 13 ¾"/350mm. Possono essere collegati in serie fino a 3 collettori (1 kit di base e 2 kit d'estensione).

Fig.53 Pannelli Piano su kit di fissaggio a tetto

Schemi

Disposizione dei collettori e schemi

Come abbiamo visto prima, il numero massimo di collettori che possono essere collegati in serie con una portata di 60 l/h/m² sono:

DF100 = 5 collettori
HP200 = 4 collettori
HP100 = 6 collettori
FN2.0 = 10 collettori
FS2.0 = 3 collettori

Raccomandiamo di usare il metodo Tichelman o il metodo del ritorno inverso quando si dispongono banchi di collettori in un sistema solare. Questo tipo di disposizione garantisce che la lunghezza della tubatura di circolazione sia pari alla lunghezza del tubo di mandata, creando un bilanciamento idraulico senza bisogno di valvole di regolazione. In basso è mostrato un esempio di collettori 10 DF100 installati su un sistema utilizzando il metodo Tichelman.

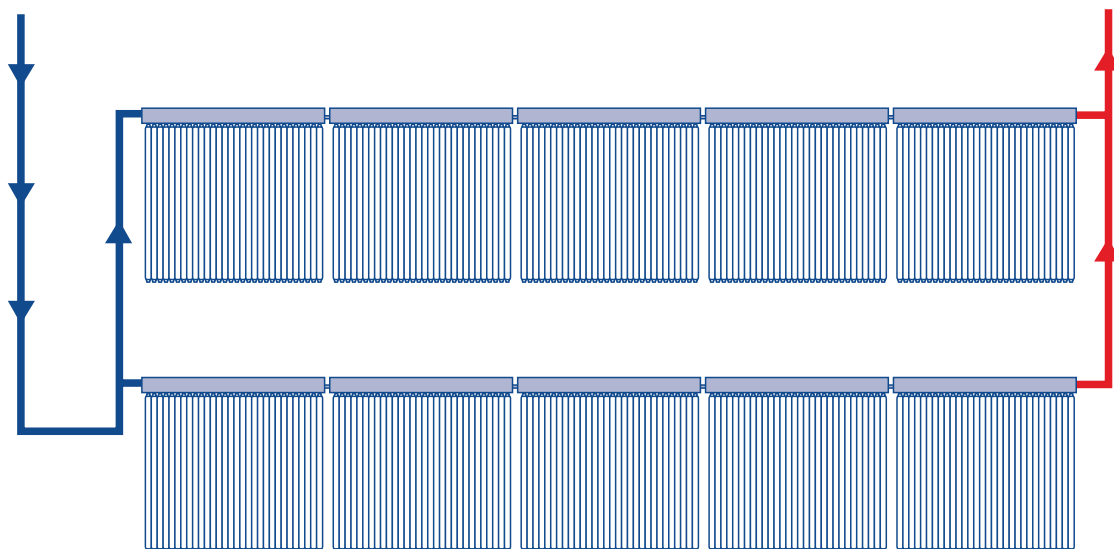



Fig.54 Assemblamentodi collettori DF100 secondo il metodo Tichelman

Con la nostra gamma Thermomax FN di collettori piani, utilizziamo lo stesso layout di collegamento, tuttavia, quando si collegano più di 3 collettori in serie, dobbiamo usare un'interconnessione flessibile come mostrano i seguenti esempi:

Schemi

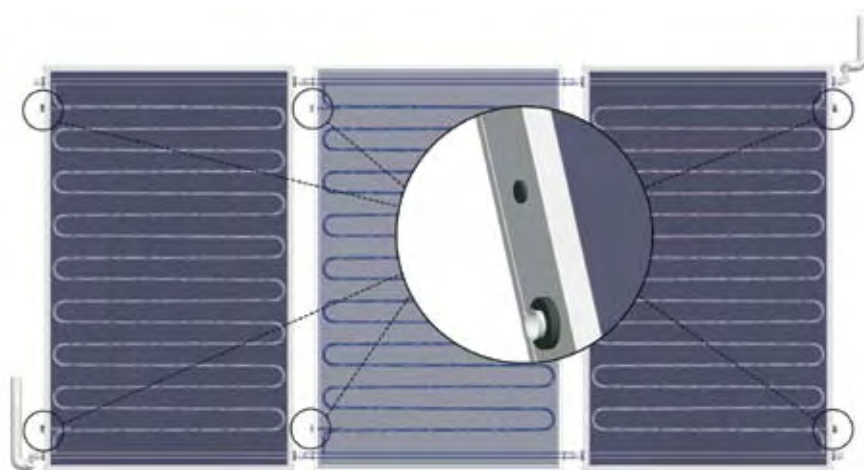
Con i nostri collettori Thermomax per pannelli piani FN, si utilizza la stessa disposizione, comunque se si connettono più di tre collettori in serie, si devono utilizzare una interconnessione flessibile come mostrano gli esempi di seguito:

G = Kit base
E = Kit d'estensione

3 x collettori FN 2.0

4 x collettori FN 2.0

10 x collettori FN 2.0

Fig.55 Serie di collettori FN 2.0 assemblati usando interconnessioni flessibili

Importante: Assicurarsi di montare accuratamente i collettori. Quando si montano in serie l'ultimo collettore deve essere ruotato di 180°

Schemi

Utilizzando i collettori solari DF o HP, la mandata dal cilindro / scambiatore di calore dovrebbe essere sempre collegata sulla sinistra (guardando i collettori da davanti).

L'uscita dell'acqua dal collettore verso il serbatoio solare è sempre sul lato destro (guardando il collettore da davanti), sullo stesso lato deve essere montato il porta sonda

Nelle seguenti pagine mostreremo le più comuni installazioni solari. Fare riferimento ai nostri manuali d'installazione prima di iniziare qualsiasi installazione.

Per ulteriori schemi sulle applicazioni industriali o commerciali, contattare il nostro staff tecnico di supporto.

NOTA: i numeri di sistema di riferiscono a numeri pre-caricati nei controllori solari SC100, SC200 e SC300.

Schemi

Sistemi domestici & industriali

Sistema 1 – un banco di stoccaggio
Controllori solari disponibili: SC100 /SC200 / SC300

Descrizione della funzione solare: la pompa del circuito solare R1 si accende non appena si raggiunge la temperatura differenziale tra il campo del collettore A1 (T1) e il serbatoio di stoccaggio B1 (T2). Quando si raggiunge la temperatura differenziale di spegnimento tra il campo del collettore A1 (T1) e il serbatoio di stoccaggio B1 (T2) o un limite di sicurezza, la pompa R1 del circuito solare si spegne di nuovo.

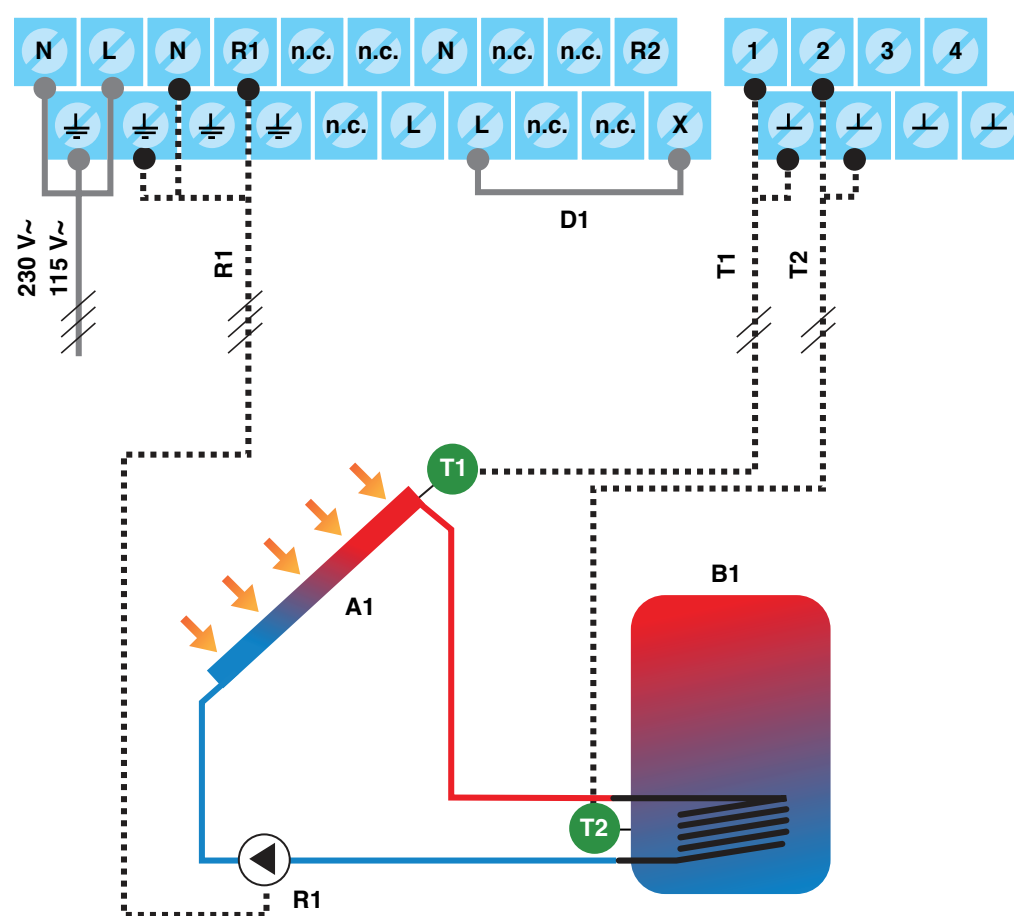



Fig.56 Layout del terminale

Schemi

Varianti di schemi idraulici tra ogni tipo di collettore:

Collettore DF100 (tubo a circolazione diretta) (standard con pompa a doppia via)

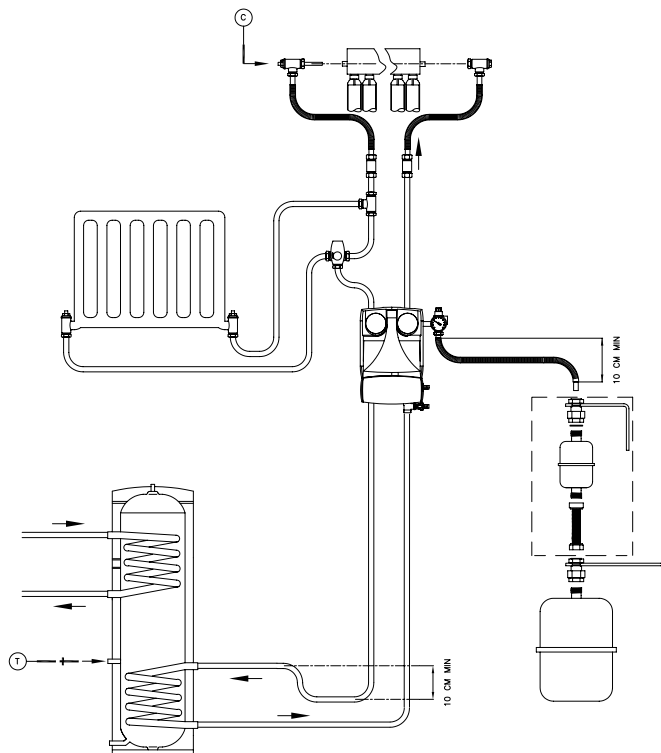



Fig.57

Collettore FN 2.0 con pannello piano (standard con pompa a doppia via)

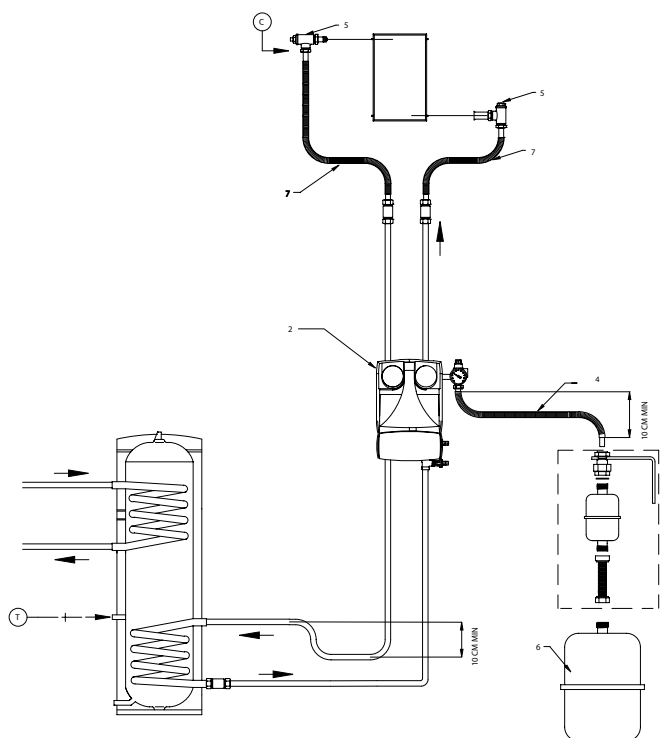



Fig.58

Schemi

Collettori HP (standard con pompa a doppia via)

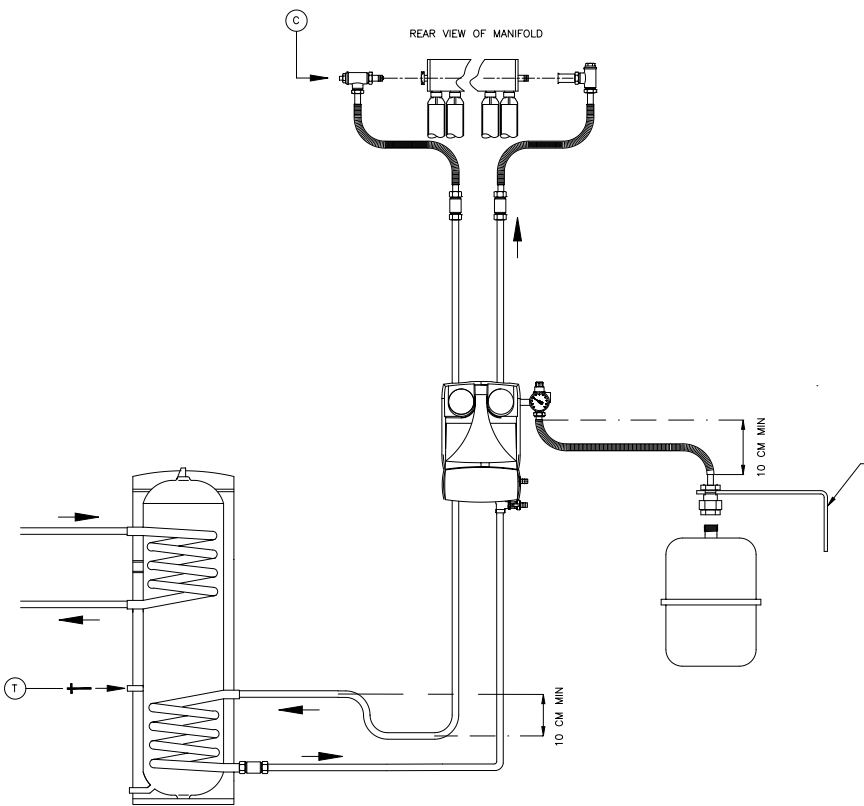



Fig.59

Schemi

Collettore FN 2.0 con pannello piano (standard con pompa a doppia via)

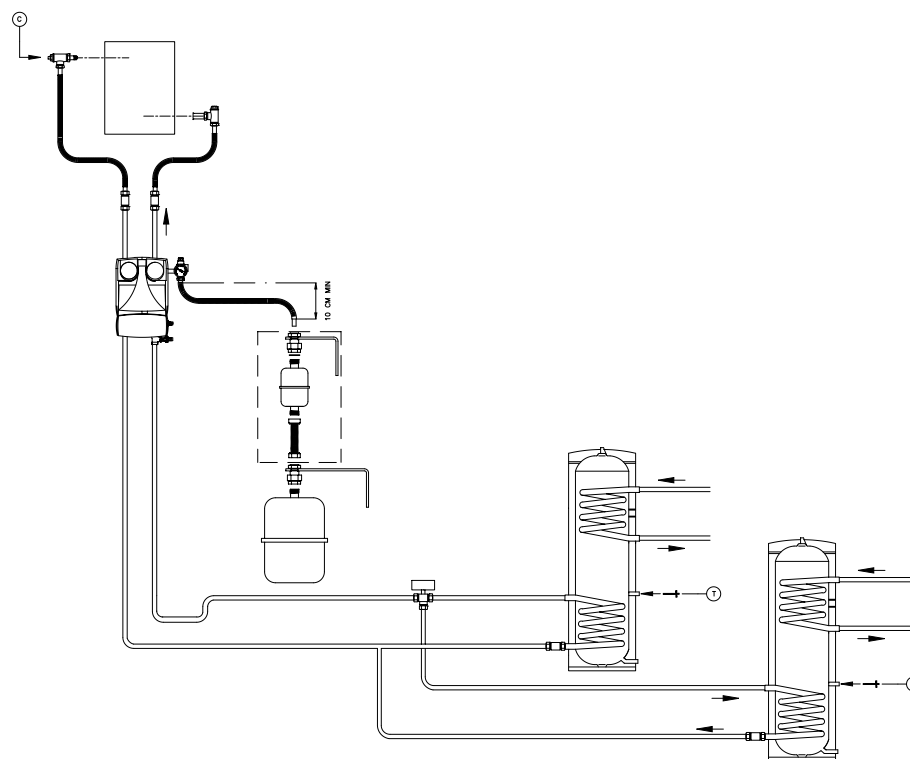



Fig.60

Schemi

Sistema 7 – due serbatoi di stoccaggio
Controllori solari disponibili: SC200 / SC300

Descrizione della funzione solare: quando si supera la temperatura differenziale di accensione tra il campo del collettore A1 (T1) e i due serbatoi di stoccaggio B1, B2 (T2, T3), la pompa R1 del circuito solare si accende e la valvola di commutazione R2 si configura nella posizione corretta in base al serbatoio di stoccaggio da caricare. I serbatoi B1 e B2 sono caricati uno dopo l'altro in base al comando prioritario, fino al raggiungimento della temperatura differenziale di spegnimento tra il campo del collettore A1 (T1) e i due serbatoi di stoccaggio B1, B2 (T2, T3) o del limite di sicurezza.

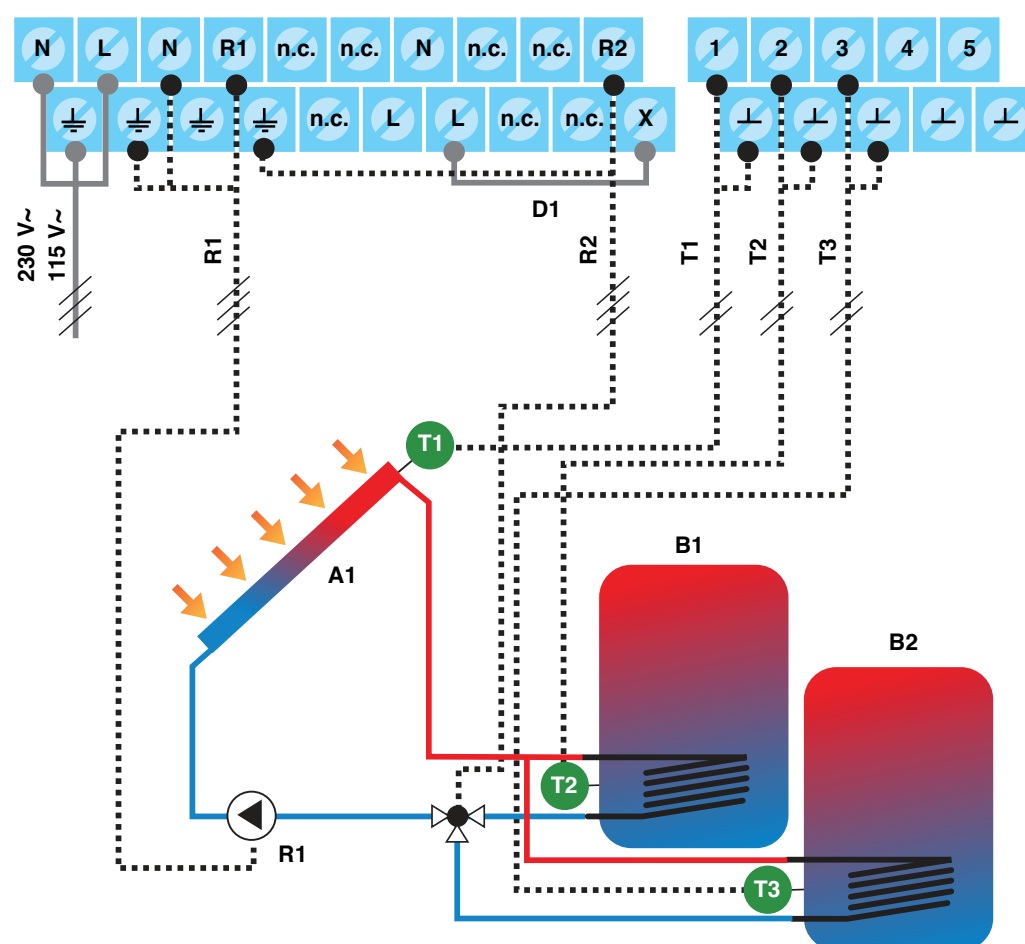



Fig.61 Layout del terminale

Schemi

Collettore DF100 (tubo a circolazione diretta) (standard con pompa a doppia via)

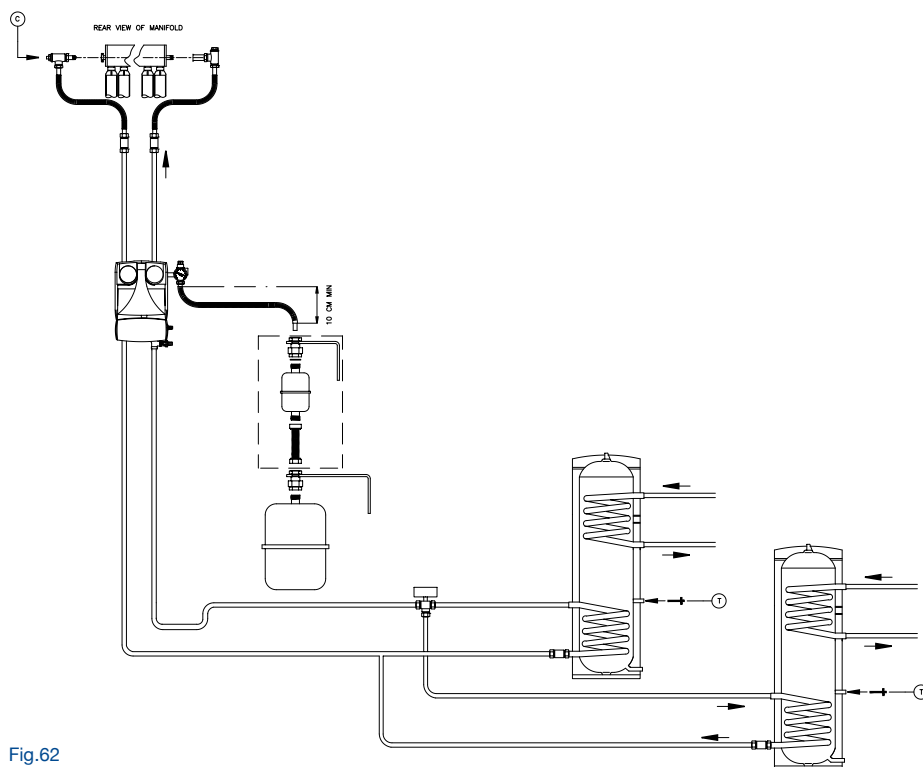



Fig.62

Collettori HP (standard con pompa a doppia via)

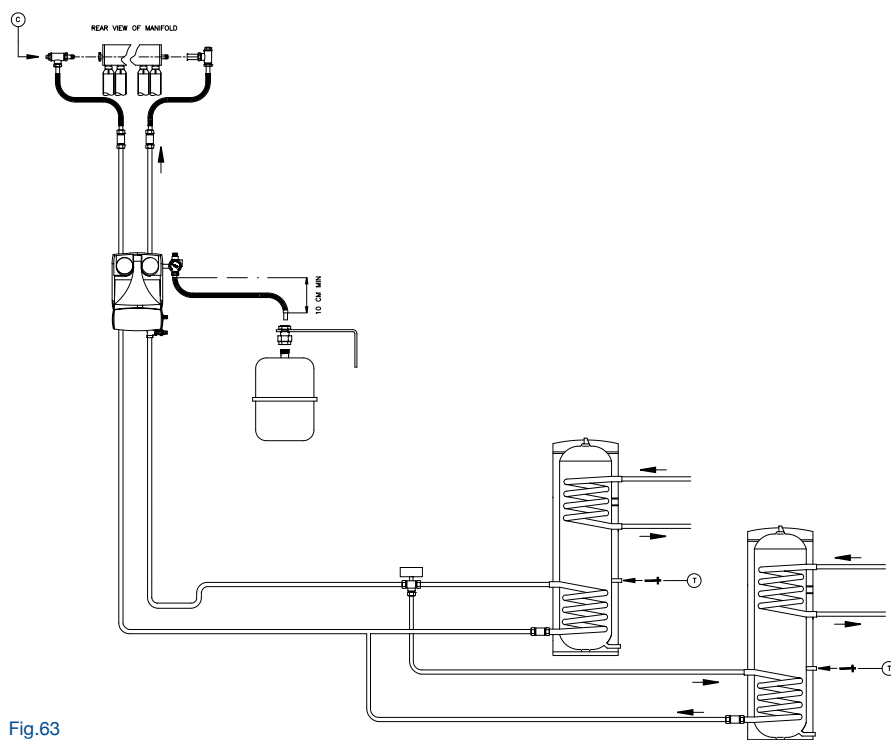



Fig.63

Sistema – sistema est ovest – 2 collettori, un serbatoio di stoccaggio
Pannelli di controllo adeguati: SC200 / SC300
Sistema 5 = SC200
Sistema 8 = SC300

Schemi

Descrizione della funzione solare: quando si raggiunge la temperatura differenziale di accensione tra il serbatoio di stoccaggio B1 (T3) e il campo di uno dei collettori A1, A2 (T1, T2), la pompa R1 del circuito solare per il campo del collettore A1 (T1) o la pompa R2 del circuito solare per il campo del collettore A2 (T2) si accende, a seconda di dove avviene la temperatura differenziale. Quando si raggiunge la temperatura differenziale per entrambi i campi A1, A2 (T1, T2), si accendono entrambe le pompe R1 e R2. Quando si raggiunge la temperatura differenziale di spegnimento tra il campo del collettore A1, A2 (T1, T2) e il serbatoio di stoccaggio B2 (T3) o si raggiunge un limite di sicurezza, le pompe R1 e R2 del circuito solare si spengono di nuovo.

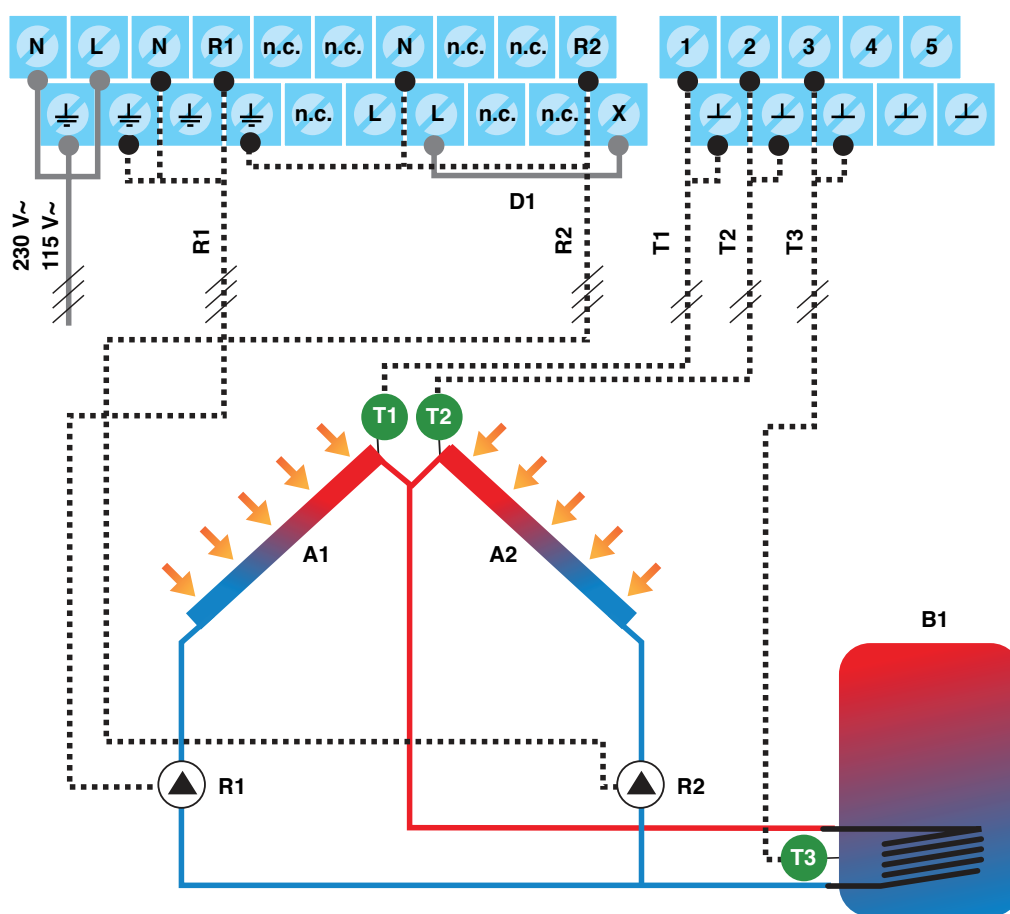



Fig.64 Layout del terminale

Schemi

Colletori HP – Sistema Est/Ovest

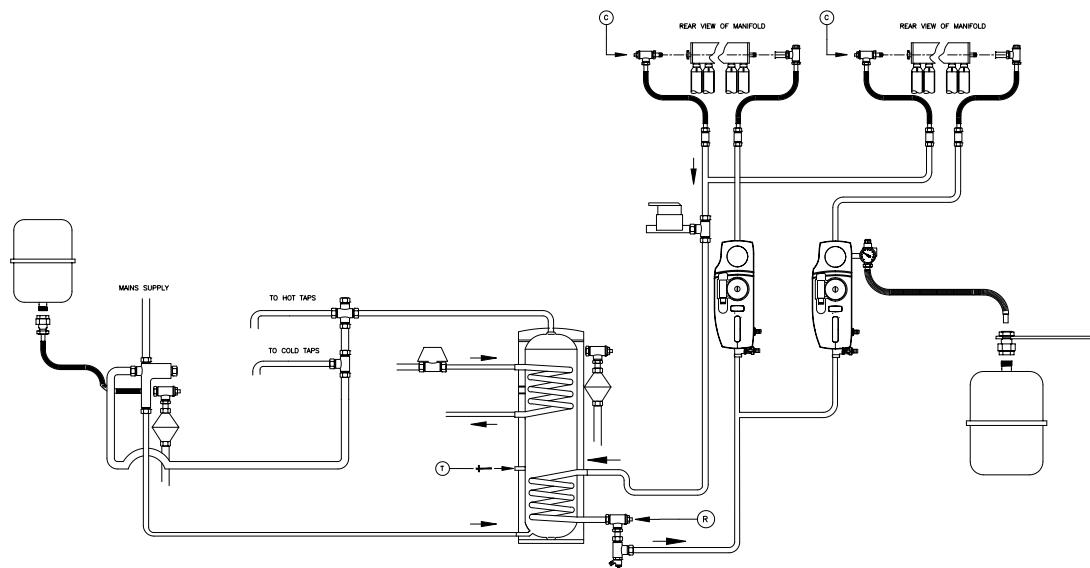



Fig.65

Report dei test sul prodotto

Specifiche tecniche

Collettori solari termici a tubi sottovuoto Thermomax

EN12975-2: Rendimenti certificati

Modello	Apertura				Assorbitore			
	Area (m^2)	η_0	a1 (W/m^2K)	a2 (W/m^2K^2)	Area (m^2)	η_0	a1 (W/m^2K)	a2 (W/m^2K^2)
DF100-2m^2 DF100-3m^2	2.153 3.228	0.773 0.779	1.43 1.07	0.0059 0.0135	2.004 3.020	0.830 0.832	1.53 1.14	0.0063 0.0144
HP100-2m^2 HP100-3m^2	2.158 3.237	0.758 0.739	1.02 1.00	0.0099 0.0074	2.006 3.009	0.815 0.795	1.10 1.07	0.0106 0.0080
HP200-2m^2 HP200-3m^2	2.157 3.229	0.738 0.727	1.17 0.85	0.0082 0.0093	2.010 3.021	0.792 0.778	1.25 0.91	0.0088 0.0100

Modello	Dimensioni lorde		
	Lunghezza (mm)	Larghezza (mm)	Height (mm)
DF100-2m^2 DF100-3m^2	1996 1996	1418 2127	97 97
HP100-2m^2 HP100-3m^2	2005 2005	1418 2127	97 97
HP200-2m^2 HP200-3m^2	2005 2005	1418 2127	97 97

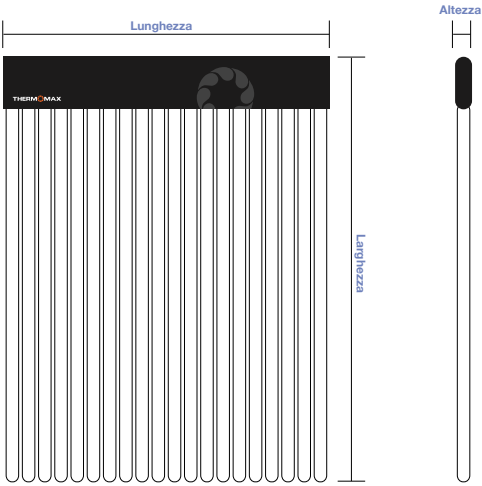



Fig.66 Dimensioni del prodotto

Report dei test sul prodotto

Institut für Solarenergieforschung GmbH
Hameln / Emmerthal

Test Centre for Solar Thermal Components and Systems

1. Summary

Company:	**Kingspan Renewables Ltd.** Balloo Crescent Bangor, BT 19 7UP, United Kingdom	Report no.: Report date:	106-06/D3 09.03.2009
Type:	**DF 100 20**	Serial no.: Year of production:	MB 08626 2006

The following results were obtained from a test of the thermal performance of a solar collector according to **EN 12975-2:2006**. They apply to the collector described more precisely in the test report no. 106-06/D3 and to the tests and procedures described herein.

Description of the collector

Type	evacuated tubular collector	Aperture area	2.153 m²
Length/Width/Height	1996 / 1418 / 97 mm	Absorber area	2.004 m²
Max. operation pressure	8 bar	Gross area	2.830 m²
Weight, empty	54.8 kg	Recommended flow rate	60..150 kg/m²h
Heat transfer fluid	polypropylene	Thickness of absorber sheet	0.12 mm
		number of tubes	20

Test results

Coefficients of efficiency
(determined in the sun simulator SUSI I)

$$\eta = \eta_0 - a_1 \cdot (t_m - t_a)/G - a_2 \cdot (t_m - t_a)^2/G$$

Based on:	aperture area	absorber area
η_0 =	0.773	0.830
a_1 =	1.43 W/m²K	1.53 W/m²K
a_2 =	0.0059 W/m²K²	0.0063 W/m²K²

Incident angle modifier
(determined outdoor)

proj. angle of incidence θ	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°
$K_{\theta b,trans}(\theta_{trans})$	1.00	1.00	1.02	1.04	1.05	0.99	0.85
$K_{\theta b,long}(\theta_{long})$	1.00	1.00	0.99	0.98	0.96	0.92	0.86
$K_{\theta d}$ =				0.88			

Power output per collector unit, W

$T_m - T_a$	Irradiance 400 W/m²	700 W/m²	1000 W/m²
10 K	634	1133	1632
30 K	562	1062	1561
50 K	481	980	1479

Peak power per collector unit		**1664 W_{peak}**	at G = 1000 W/m² and $t_m - t_a$ = 0 K
Pressure drop (water, 20 °C)	Δp =	1.6 mbar	at ṁ = 70.8 kg/h
	Δp =	6.9 mbar	at ṁ = 209.9 kg/h
Thermal capacity (calculated)	c =	9.3 kJ/(m²K)	C = 20.1 kJ/K
Stagnation temperature	t_{stg} =	286 °C	at G_S = 1000 W/m² and t_{as} = 30 °C

Emmerthal, 09.03.2009 pp [signature]
Dipl.-Ing. C. Lampe, Head of the Test Centre-EN

Institut für Solarenergieforschung GmbH
Hameln / Emmerthal

Test Centre for Solar Thermal Components and Systems

1. Summary

Company:	**Kingspan Renewables Ltd.** Balloo Crescent Bangor, BT 19 7UP, United Kingdom	Report no.: Report date:	107-06/D3 09.03.2009
Type:	**DF 100 30**	Serial no.: Year of production:	MB 08631 2006

The following results were obtained from a test of the thermal performance of a solar collector according to **EN 12975-2:2006**. They apply to the collector described more precisely in the test report no. 107-06/D3 and to the tests and procedures described herein.

Description of the collector

Type	evacuated tubular collector	Aperture area	3.228 m²
Length/Width/Height	1996 / 2127 / 97 mm	Absorber area	3.020 m²
Max. operation pressure	8 bar	Gross area	4.245 m²
Weight, empty	81.4 kg	Recommended flow rate	60..150 kg/m²h
Heat transfer fluid	polypropylene	Thickness of absorber sheet	0.12 mm
		number of tubes	30

Test results

Coefficients of efficiency (determined outdoor)

$$\eta = \eta_0 - a_1 \cdot (t_m - t_a)/G - a_2 \cdot (t_m - t_a)^2/G$$

Based on:	aperture area	absorber area
η_0 =	0.779	0.832
a_1 =	1.07 W/m²K	1.14 W/m²K
a_2 =	0.0135 W/m²K²	0.0144 W/m²K²

Incident angle modifier (determined outdoor)

proj. angle of incidence θ	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°
$K_{\theta b,trans}(\theta_{trans})$	1.00	1.01	1.04	1.07	1.07	1.02	0.90
$K_{\theta b,long}(\theta_{long})$	1.00	1.00	0.99	0.98	0.96	0.92	0.86
$K_{\theta d}$ =				0.90			

Power output per collector unit, W

$T_m - T_a$	Irradiance 400 W/m²	700 W/m²	1000 W/m²
10 K	967	1721	2475
30 K	863	1617	2371
50 K	724	1478	2233

Peak power per collector unit		2514 W_{peak}	at G = 1000 W/m² and $t_m - t_a$ = 0 K
Pressure drop (water, 20 °C)	Δp =	1.2 mbar	at ṁ = 70.5 kg/h
	Δp =	5.9 mbar	at ṁ = 210.4 kg/h
Thermal capacity (calculated)	c =	9.2 kJ/(m²K)	C = 29.6 kJ/K
Stagnation temperature	t_{stg} =	286 °C	at G_S = 1000 W/m² and t_{as} = 30 °C

Emmerthal, 09.03.2009 pp

Dipl.-Ing. C. Lampe, Head of the Test Centre-EN

Report dei test sul prodotto

Institut für Solarenergieforschung GmbH
Hameln / Emmerthal

Test Centre for Solar Thermal Components and Systems

1. Summary of the Results

Company:	**Kingspan Renewables Ltd. Thermomax** Balloo Crescent Bangor BT19 7UP, UK	Report no.: Report date:	64-07/D 06.11.2007
Type:	**HP 100 20**	Serial no.: Year of production:	MB26540 2007

The following results were obtained from a test of the thermal performance of a solar collector according to **EN 12975-2:2006**. They apply to the collector described more precisely in the test report no. 64-07/D and to the tests and procedures described herein.

Description of the collector

Type	evacuated tubular collector	Aperture area	2.158 m²
Length/Width/Height	2005 / 1418 / 97 mm	Absorber area	2.006 m²
Max. operation pressure	8 bar	Gross area	2.843 m²
Weight, empty	50.7 kg	Thickness of absorber sheet	0.2 mm
Heat transfer fluid	water/propylene glycol	Tube distance	70.9 mm
Recommended flow rate	60-150 kg/m²h	Number of tubes	20

Test results

Coefficients of efficiency
(determined outdoor under steady state conditions)

$$\eta = \eta_0 - a_1 \cdot (t_m - t_a)/G - a_2 \cdot (t_m - t_a)^2/G$$

Based on:	aperture area	absorber area
η_0 =	0.758	0.815
a_1 =	1.02 W/m²K	1.10 W/m²K
a_2 =	0.0099 W/m²K²	0.0106 W/m²K²

Incident angle modifier
(determined outdoor)

proj. angle of incidence θ	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°
$K_{\theta b,trans}(\theta_{trans})$	1.00	1.00	1.02	1.03	1.02	0.97	0.87
$K_{\theta b,long}(\theta_{long})$	1.00	1.00	0.99	0.98	0.96	0.92	0.86

$K_{\theta d}$ = 0.88

Power output per collector unit

	Irradiance		
$T_m - T_a$	400 W/m²	700 W/m²	1000 W/m²
10 K	630 W	1121 W	1612 W
30 K	569 W	1060 W	1550 W
50 K	491 W	982 W	1472 W

Pressure drop (water, 20 °C)
Δp = 0.9 mbar at $\dot{m}$ =121 kg/h
Δp = 13.7 mbar at $\dot{m}$ = 501 kg/h

Thermal capacity (calculated) c = 4.6 kJ/(m²K) C = 10.0 kJ/K

Stagnation temperature t_{stg} = 166 °C at G_S = 1000 W/m² and t_{as} = 30 °C

Emmerthal, 06.11.2007 pp [signature]
Dipl.-Ing. C. Lampe, assistant head of Test Centre-EN

Institut für Solarenergieforschung GmbH
Hameln / Emmerthal

Test Centre for Solar Thermal Components and Systems

Am Ohrberg 1 · 31860 Emmerthal · Germany

1. Summary of the Results

Company:	**Kingspan Renewables Ltd. Thermomax** Balloo Crescent Bangor BT19 7UP, UK	Report no.: Report date:	62-07/D 06.11.2007
Type:	**HP 100 30**	Serial no.: Year of production:	MB25813 2007

The following results were obtained from a test of the thermal performance of a solar collector according to **EN 12975-2:2006**. They apply to the collector described more precisely in the test report no. 62-07/D and to the tests and procedures described herein.

Description of the collector

Type	evacuated tubular collector	Aperture area	3.237 m²
Length/Width/Height	2005 / 2127 / 97 mm	Absorber area	3.009 m²
Max. operation pressure	8 bar	Gross area	4.280 m²
Weight, empty	75.5 kg	Thickness of absorber sheet	0.2 mm
Heat transfer fluid	water/propylene glycol	Tube distance	70.9 mm
Recommended flow rate	60-150 kg/m²h	Number of tubes	30

Test results

Coefficients of efficiency
(determined outdoor under steady state conditions)

$$\eta = \eta_0 - a_1 \cdot (t_m - t_a)/G - a_2 \cdot (t_m - t_a)^2/G$$

Based on:	aperture area	absorber area
η_0 =	0.739	0.795
a_1 =	1.00 W/m²K	1.07 W/m²K
a_2 =	0.0074 W/m²K²	0.0080 W/m²K²

Incident angle modifier
(determined outdoor)

proj. angle of incidence θ	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°
$K_{\theta b,trans}(\theta_{trans})$	1.00	1.01	1.02	1.03	1.01	0.94	0.80
$K_{\theta b,long}(\theta_{long})$	1.00	1.00	0.99	0.98	0.96	0.92	0.86

$K_{\theta d}$ = 0.88

Power output per collector unit

$T_m - T_a$	Irradiance 400 W/m²	700 W/m²	1000 W/m²
10 K	922 W	1639 W	2356 W
30 K	838 W	1555 W	2272 W
50 K	735 W	1452 W	2169 W

Pressure drop (water, 20 °C)
Δp = 1.0 mbar at $\dot{m}$ =120 kg/h
Δp = 15.4 mbar at $\dot{m}$ = 501 kg/h

Thermal capacity (calculated) c = 4.6 kJ/(m²K) C = 14.9 kJ/K

Stagnation temperature t_{stg} = 166 °C at G_S = 1000 W/m² and t_{as} = 30 °C

Emmerthal, 06.11.2007 pp [signature]
Dipl.-Ing. C. Lampe, assistant head of Test Centre-EN

Report dei test sul prodotto

Institut für Solarenergieforschung GmbH
Hameln / Emmerthal

Test Centre for Solar Thermal Components and Systems

1. Summary

Company:	**Thermomax Ltd.** Balloo Crescent Bangor, BT 19 7UP United Kindom	Report no.: Report date:	109-06/D 03.11.2006
Type:	**HP 200 20**	Serial no.: Year of production:	MB 08624 2006

The following results were obtained from a test of the thermal performance of a solar collector according to **EN 12975-2:2006**. They apply to the collector described more precisely in the test report no. 109-06/D and to the tests and procedures described herein.

Description of the collector

Type	Evacuated tubular collector	Aperture area	2.157 m²
Length/Width/Height	2005 / 1418 / 97 mm	Absorber area	2.010 m²
Max. operation pressure	8 bar	Gross area	2.843 m²
Weight, empty	50.3 kg	Recommended flow rate	60..150 kg/m²h
Heat transfer fluid	Polypropylene	Thickness of absorber sheet	0.12 mm
		Number of tubes	20

Test results

Coefficients of efficiency
(determined in the sun simulator SUSI I)

$$\eta = \eta_0 - a_1 \cdot (t_m - t_a)/G - a_2 \cdot (t_m - t_a)^2/G$$

Based on:	aperture area	absorber area
η_0 =	0.738	0.792
a_1 =	1.17 W/m²K	1.25 W/m²K
a_2 =	0.0082 W/m²K²	0.0088 W/m²K²

Incident angle modifier
(determined outdoor)

proj. angle of incidence θ	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°
$K_{\theta b,trans}(\theta_{trans})$	1.00	1.00	1.02	1.03	1.02	0.97	0.87
$K_{\theta b,long}(\theta_{long})$	1.00	1.00	0.99	0.98	0.96	0.92	0.86
$K_{\theta d}$ =				0.88			

Power output per collector unit

$T_m - T_a$	Irradiance 400 W/m²	700 W/m²	1000 W/m²
10 K	610 W	1087 W	1565 W
30 K	545 W	1023 W	1500 W
50 K	467 W	944 W	1422 W

Peak power per collector unit **1592 W$_{peak}$** at G = 1000 W/m² and $t_m - t_a$ = 0 K

Pressure drop (water, 20 °C) Δp = 0.6 mbar at $\dot{m}$ = 50.9 kg/h
Δp = 2.7 mbar at $\dot{m}$ = 121.0 kg/h

Thermal capacity (calculated) c = 4.3 kJ/(m²K) C = 9.2 kJ/K

Stagnation temperature t_{stg} = 183.6 °C at G_S = 1000 W/m² and t_{as} = 30 °C

Emmerthal, 03.11.2006 pp

Dipl.-Ing. C. Lampe, deputy head of Test Centre-EN

Report dei test sul prodotto

Institut für Solarenergieforschung GmbH
Hameln / Emmerthal

Test Centre for Solar Thermal Components and Systems

Am Ohrberg 1 · 31860 Emmerthal · Germany

1. Summary

Company:	**Thermomax Ltd.** Balloo Crescent Bangor, BT 19 7UP United Kindom	Report no.: Report date:	110-06/D 03.11.2006
Type:	**HP 200 30**	Serial no.: Year of production:	MB 08617 2006

The following results were obtained from a test of the thermal performance of a solar collector according to **EN 12975-2:2006**. They apply to the collector described more precisely in the test report no. 110-06/D and to the tests and procedures described herein.

Description of the collector

Type	Evacuated tubular collector	Aperture area	3.229 m²
Length/Width/Height	2005 / 2127 / 97 mm	Absorber area	3.021 m²
Max. operation pressure	8 bar	Gross area	4.265 m²
Weight, empty	75.1 kg	Recommended flow rate	60..150 kg/m²h
Heat transfer fluid	Polypropylene	Thickness of absorber sheet	0.12 mm
		Number of tubes	30

Test results

Coefficients of efficiency
(determined outdoor)

$$\eta = \eta_0 - a_1 \cdot (t_m - t_a)/G - a_2 \cdot (t_m - t_a)^2/G$$

Based on:	aperture area	absorber area
η_0 =	0.727	0.778
a_1 =	0.85 W/m²K	0.91 W/m²K
a_2 =	0.0093 W/m²K²	0.0100 W/m²K²

Incident angle modifier
(determined outdoor)

proj. angle of incidence θ	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°
$K_{\theta b,trans}(\theta_{trans})$	1.00	1.00	1.02	1.03	1.01	0.94	0.80
$K_{\theta b,long}(\theta_{long})$	1.00	1.00	0.99	0.98	0.96	0.92	0.86
$K_{\theta d}$ =				0.88			

Power output per collector unit

$T_m - T_a$	Irradiance 400 W/m²	700 W/m²	1000 W/m²
10 K	909 W	1614 W	2319 W
30 K	830 W	1535 W	2240 W
50 K	727 W	1432 W	2137 W

Peak power per collector unit **2349 W_{peak}** at G = 1000 W/m² and $t_m - t_a$ = 0 K

Pressure drop (water, 20 °C) Δp = 0.8 mbar at $\dot{m}$ = 50.3 kg/h
Δp = 4.4 mbar at $\dot{m}$ = 130.0 kg/h

Thermal capacity (calculated) c = 4.2 kJ/(m²K) C = 13.6 kJ/K

Stagnation temperature t_{stg} = 183.6 °C at G_S = 1000 W/m² and t_{as} = 30 °C

Emmerthal, 03.11.2006 pp

Dipl.-Ing. C. Lampe, deputy head of Test Centre-EN

Lista Prodotti

Kingspan Solar offre un portafoglio completo di prodotti della gamma delle Energie Rinnovabili, sia per uso domestico che commerciale/industriale. Il nostro pacchetto completo include la consulenza iniziale, la progettazione professionale e l' assistenza tecnica attraverso un network di installatori accreditati Kingspan Solar, che vengono costantemente aggiornati anche sulle novità riguardanti gli incentivi fiscali in essere.

La nostra gamma di prodotti consiste in:

Nel nostro pacchetto completo potrete trovare i nostri pannelli piani (Thermomax FN/FS) ad alta efficienza o i famosi collettori sottovuoto a marchio Thermomax – leader indiscussi sul mercato mondiale – a flusso diretto (DF) o Heat Pipe (HP). I pannelli piani sono disponibili anche integrati nel tetto (su specifica richiesta) Il Pacchetto comprende:

- Serbatoio in acciaio inossidabile – da 180 a 300 litri
- Collettore e tubi solari
- Centralina di controllo
- Gruppo pompa a due vie
- Connessioni
- Liquido antigelo
- Valvole
- Sistema di staffaggio

Su specifica richiesta,è disponibile una vasta gamma di Serbatoi in acciaio inossidabile e in rame

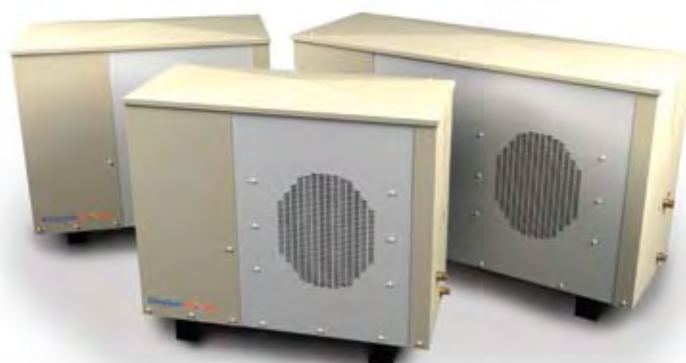
powered by MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.

Pannello fotovoltaico appartenente alla famiglia del film sottile di nuova generazione, la giunzione tandem. Questo tipo di tecnologia garantisce elevate rese energetiche, specialmente nelle situazioni più estreme: radiazione diffusa, ombreggiamento parziale, elevate temperature ed orientamento non ottimale. In alcuni casi questo tipo di tecnologia garantisce rese anche del 10% superiori ai prodotti in silicio cristallino.

Kingspan Climate

Questo silenzioso sistema di riscaldamento/raffrescamento solare è perfetto per le aree mediterranee, dove il clima è più mite.
Il Pacchetto completo Kingspan Climate include la macchina ClimateWell, i collettori sottovuoto Thermomax- leader sul mercato – la centralina di controllo e il serbatoio solare Kingspan. Compatta ed estremamente economica nel suo funzionamento, Kingspan Climate fornisce anche calore per acqua calda sanitaria e piscine.

Kingspan AEROMAX

Le pompe di calore Aeromax forniscono il naturale calore dell'aria esterna al sistema di riscaldamento centrale (a pavimento o tradizionale a calorifero) e/o per produrre acqua calda sanitaria. Altamente efficienti, queste unità sono facili da installare. Sono inoltre molto silenziose e praticamente non richiedono manutenzione. Vengono offerte con un pacchetto completo di soluzioni differenti e possono essere accoppiate con i serbatoi solari Kingspan per massimizzare efficienza e benefici.

Kingspan ENERGICENTER

Questi accumulatori di calore integrati possono combinare Insieme diversi metodi di riscaldamento, rinnovabili o tradizionali (come pannelli solari, stufe pellet, pompe di calore, gas o gasolio) per offrire un sistema completamente integrato. Molto compatto, questo sistema a serbatoio singolo, richiede poco spazio. Robusto e con un ottima tecnologia può essere facilmente integrato ad ogni sistema di riscaldamento in qualsiasi momento. Offre un ottimo contributo di energia rinnovabile sia per il riscaldamento ambienti che per l'acqua calda sanitaria.